

**POÇO
TRANSPARENTE**

Mais conhecimento,
mais gás para o Brasil

Recursos não Convencionais

Projeto Poço Transparente

Ministério de Minas e Energia

Clayton de Souza Pontes

Rafael Bastos da Silva

Carlos Agenor Onofre Cabral

Fernando Massaharu Matsumoto

Ministério da Economia

Martha Seillier

Frederico Munia Machado

Hugo Manoel Marcato Affonso

EPE

Pamela Cardoso Vilela

Marcos Frederico Farias de Souza

Regina Freitas Fernandes

Roberta de Albuquerque Cardoso

ANP

Alberto Rodamilans Freire de Carvalho

Daniela Moreira de Melo

Fabio de Albuquerque Caldeira Brant

Marina Abelha

Nilce Olivier Costa

Assessorias de Comunicação

MME

EPE

ANP

SEPPI

Índice

- 01** Introdução
- 02** Mas o que é um recurso não convencional?
- 03** Quais são os tipos de reservatórios não convencionais?
- 04** Quanto se produz a partir de reservatórios não convencionais no Mundo?
- 05** Quais as principais características da exploração e produção de reservatórios não convencionais?
- 06** Mas o que é o fraturamento hidráulico?
- 07** Por que a exploração e produção de reservatórios não convencionais estão no foco das questões socioambientais?
- 08** O que é o Poço Transparente?
- 09** Como será o Poço Transparente Brasileiro?
- 10** E o potencial brasileiro?
- 11** Reservatórios não convencionais de gás natural e o Novo Mercado de Gás.
- 12** Conclusão

01

INTRODUÇÃO

Os recursos energéticos, indistintamente, são essenciais para o desenvolvimento social e econômico de uma nação. Questões geopolíticas, tais como o aumento da demanda por energéticos, dependência de importações de petróleo e gás natural, aliadas a melhorias significativas na tecnologia de exploração e produção, principalmente no uso de perfuração horizontal em conjunto com o fraturamento hidráulico, levaram muitos países e companhias a reavaliar o valor de seus recursos denominados não convencionais. Os exemplos mais relevantes no continente americano são os Estados Unidos da América (Marcellus shale na Bacia dos Apalaches; e Permian Basin), a Argentina (com a província de Vaca Muerta e projetos piloto de shale oil na região de Mendoza) e a Colômbia (com o Proyecto Piloto de Investigación Integral - PPII).

Desse modo também o Brasil, a partir de iniciativas do Ministério de Minas e Energia (MME), no âmbito do Programa de Parceria de Investimentos (PPI), com a participação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) quer gerar e aprofundar o conhecimento sobre a exploração e produção desses recursos no País, fundamentando o debate com a sociedade.

O termo recurso não convencional é abrangente e pode estar relacionado a distintos tipos de energéticos como, por exemplo, o hidrato de metano, o biometano, ou um óleo extrapesado. Neste e-book o termo será usado com o foco em acumulações não convencionais de petróleo e gás natural em reservatórios de baixa permeabilidade.

Acumulações não convencionais estão presentes em rochas de baixíssima permeabilidade, que demandam a utilização de métodos de estimulação como o fraturamento hidráulico para a sua produção em poços horizontais.

Conhecer o potencial brasileiro em recursos não convencionais e planejar, de forma ambientalmente responsável e economicamente competitiva, a utilização desses recursos nas próximas décadas é estratégico na exploração e produção de gás natural, tendo em vista o crescente uso desse energético como combustível para a transição energética.

Para isso, é extremamente importante discutir sobre o tema e aprender com os erros e acertos de países onde a exploração e produção de não convencionais está mais adiantada. Assim, o aproveitamento dos recursos brasileiros, quando ocorrer, será realizado com a necessária transparência, garantia da segurança operacional, proteção à saúde e vida humana e a preservação do meio ambiente.

02

MAS O QUE É UM RECURSO NÃO CONVENCIONAL?

Geralmente a ocorrência de acumulações de petróleo e gás natural está associada a processos que envolvem a geração do hidrocarboneto, sua migração e o armazenamento em rochas reservatório. No caso dos recursos não convencionais, há características e mecanismos diferenciados que não podem ser explicados pela linha considerada convencional como:

- i. rochas reservatórios com permeabilidades muito baixas;**
- ii. reservatórios com tipos litológicos distintos, que muitas vezes se associam às rochas geradoras;**
- iii. viscosidade do fluido muito alta;**
- iv. ausência de armadilhas (trapas) para reter o fluido;**
- v. matéria orgânica imatura;**
- vi. hidrocarboneto em estado quase sólido;**
- vii. área de ocorrência mais contínua e ampla.**

A partir dessas características e mecanismos diversos, podem ocorrer acumulações não convencionais, ou **reservatórios não convencionais** de petróleo e gás.

Um reservatório também pode ser definido como não convencional quando possui particularidades que requerem a utilização de tecnologias avançadas, necessárias à sua produção de forma econômica.

Assim, embora comumente relacionado como uma questão “geológica”, o termo “não convencional” compreende também as tecnologias utilizadas de uma determinada época; isto é, as ferramentas de engenharia que permitem ou prolongam o aproveitamento de um reservatório.

03

QUAIS SÃO OS TIPOS DE RESERVATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS?

Os reservatórios classificados como não convencionais podem conter acumulações de petróleo ou gás natural, armazenados em rocha de baixíssima permeabilidade, com percolação de fluido nula ou quase nula.

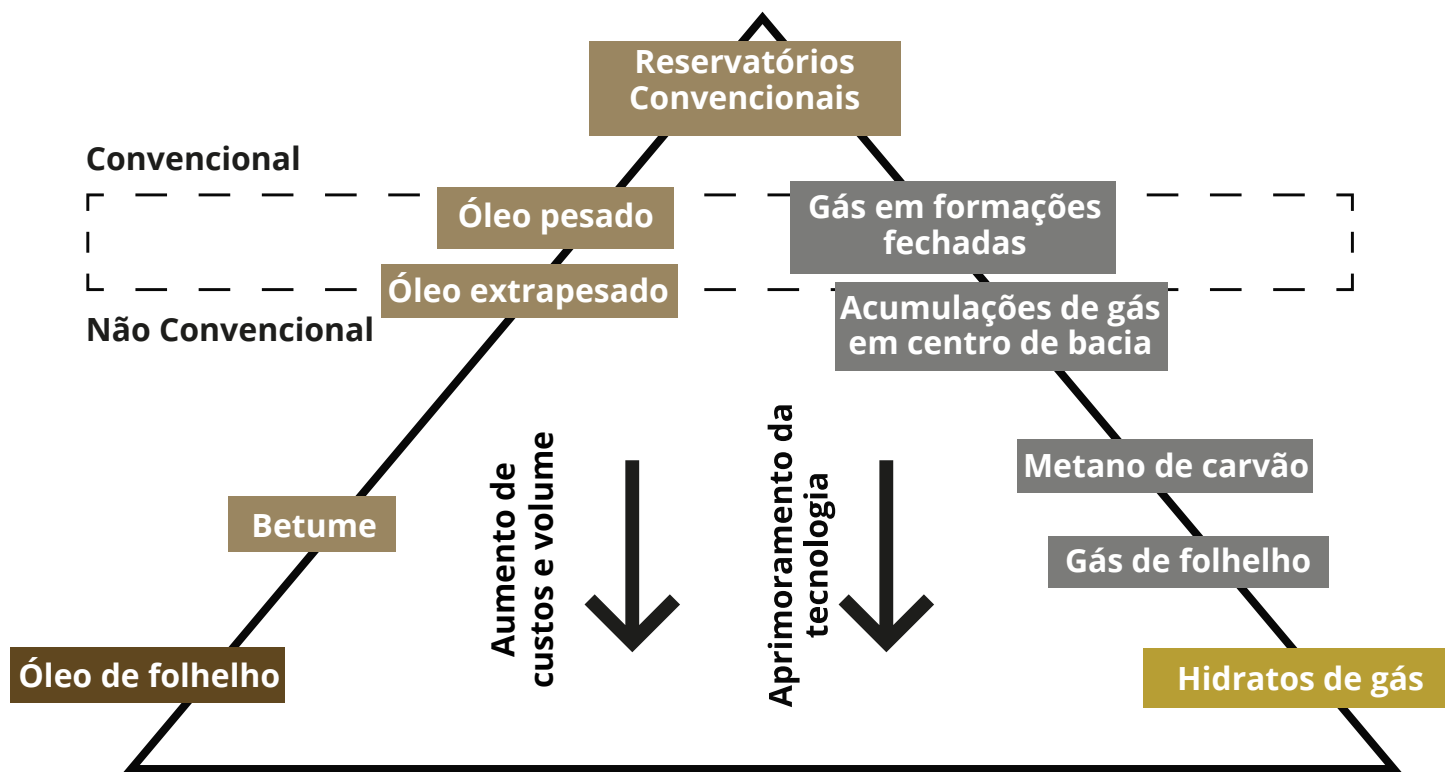
Os reservatórios não convencionais podem ser de arenitos¹ ou carbonatos² fechados com petróleo (tight oil), ou gás natural (tight gas);



e de folhelhos³ oleíferos (shale oil) e gaseíferos (shale gas).

No universo dos recursos não convencionais há diversidade em tipos de reservatórios, densidade do petróleo, e formas de acumulação, como pode ser observado no Triângulo dos Recursos Petrolíferos.

-
1. Arenitos são rochas sedimentares com granulometria dominante do tamanho de areia (0,62 a 2,00 mm de diâmetro). Os arenitos fechados têm baixa porosidade (sem espaço entre os grãos).
 2. Rochas de origem bioquímica, em geral ricas em carbonatos.
 3. Folhelhos são rochas sedimentares clásticas, formadas pela deposição de partículas finas, na fração argila.



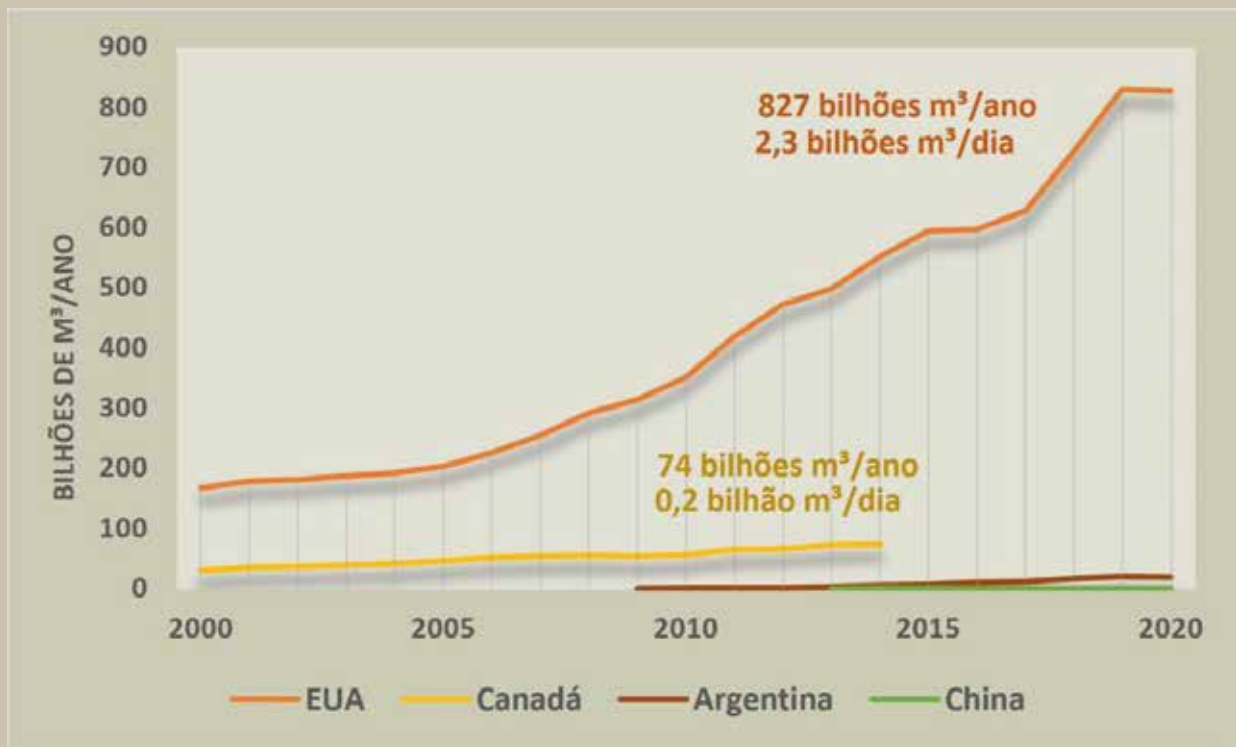
Triângulo dos Recursos Petrolíferos⁴

4. Adaptado de Holditch (2002), apud SPE (2011).

04

QUANTO SE PRODUZ A PARTIR DE RESERVATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS NO MUNDO?

Os maiores produtores mundiais de gás natural, a partir de reservatórios não convencionais, são os Estados Unidos, Canadá, Argentina e China.



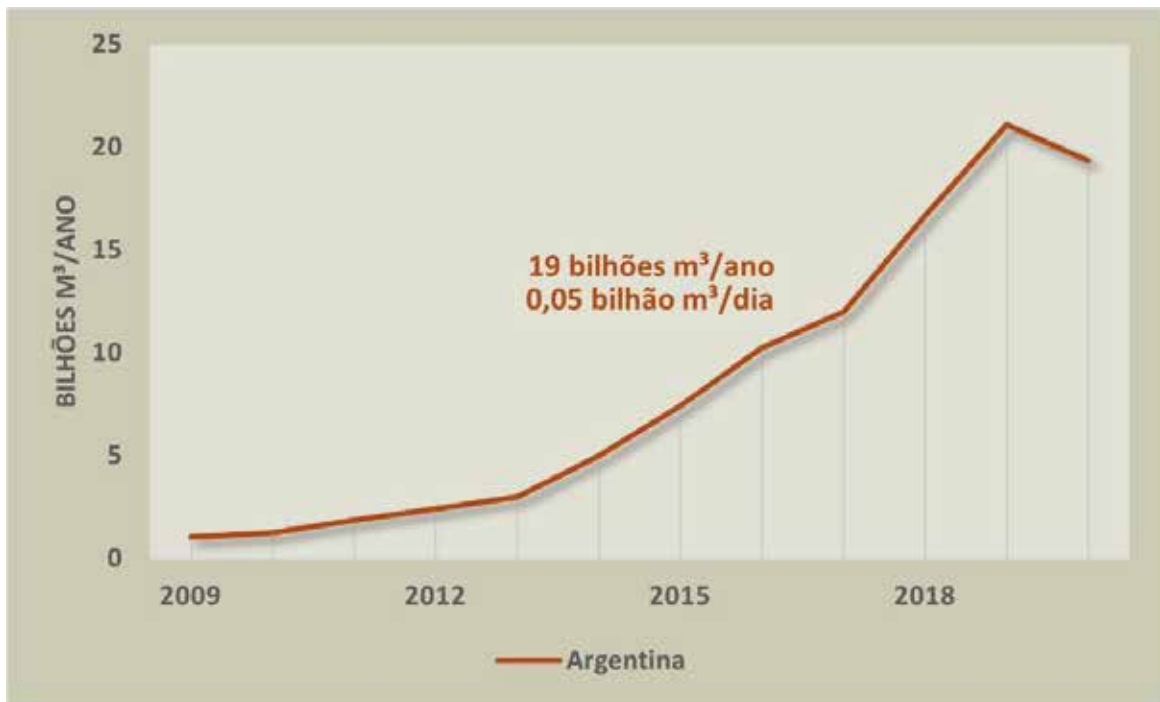
A U.S. Energy Information Administration - EIA (Departamento de Informação de Energia dos Estados Unidos) divulgou que, em 2020, a produção conjunta de gás de reservatórios de baixa permeabilidade foi de 827 bilhões de m³.

De acordo com as informações disponíveis na Canada Energy Regulator (Agência de Regulação de Energia, tradução livre em português), o Canadá produziu no ano de 2014 cerca de 74 bilhões de m³ de gás de reservatórios de

baixa permeabilidade.

A Argentina, com expressiva participação da província de Vaca Muerta, produziu, em 2020, 19 bilhões de m³ de gás de reservatórios de formação fechada e de gás de folhelho.

A China vem aumentando sua produção de gás de folhelho desde 2013, avançando para cerca de 0,600 bilhão de m³ em 2020.



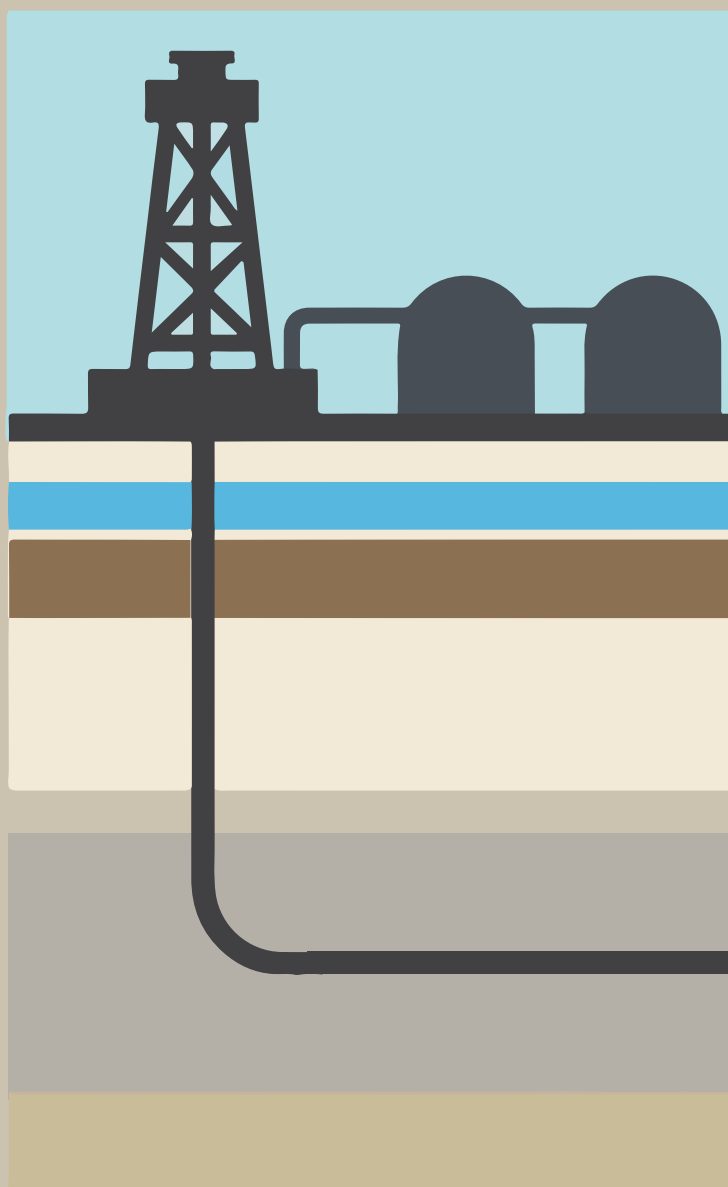
05

QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE RESERVATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS?

As técnicas utilizadas na exploração e produção de petróleo e gás natural em reservatórios não convencionais são similares às convencionais em boa parte do processo. Porém, para que a extração de hidrocarbonetos desses reservatórios atinja uma produtividade que torne a operação economicamente viável, duas técnicas têm se mostrado relevantes: **a perfuração direcional** e o **fraturamento hidráulico**.

A **perfuração direcional** é uma técnica usada na perfuração, que permite alterar a inclinação e a direção dos poços. Desse modo, é possível alcançar ângulos que se aproximam de 90° perfurando poços multilaterais e horizontais; bem como desviar de obstáculos ou atingir alvos específicos.

A perfuração direcional, que vem se mostrando eficaz na produção de não convencionais, já é amplamente utilizada na exploração e produção de petróleo e gás natural convencional.



A perfuração horizontal (inclinação de 90°) maximiza o contato com o reservatório, aumentando a área de contato do poço com a rocha portadora de hidrocarbonetos. A utilização dessa técnica aumenta a vazão de hidrocarboneto produzido, podendo ocorrer também o melhor aproveitamento na recuperação final dos recursos. Após a perfuração, os poços são revestidos com tubos de aço, cimentados e canhoneados no trecho do reservatório onde ocorrem as acumulações de petróleo e gás natural, para que se obtenha uma série de orifícios que permitirão a passagem dos fluidos estimulantes.

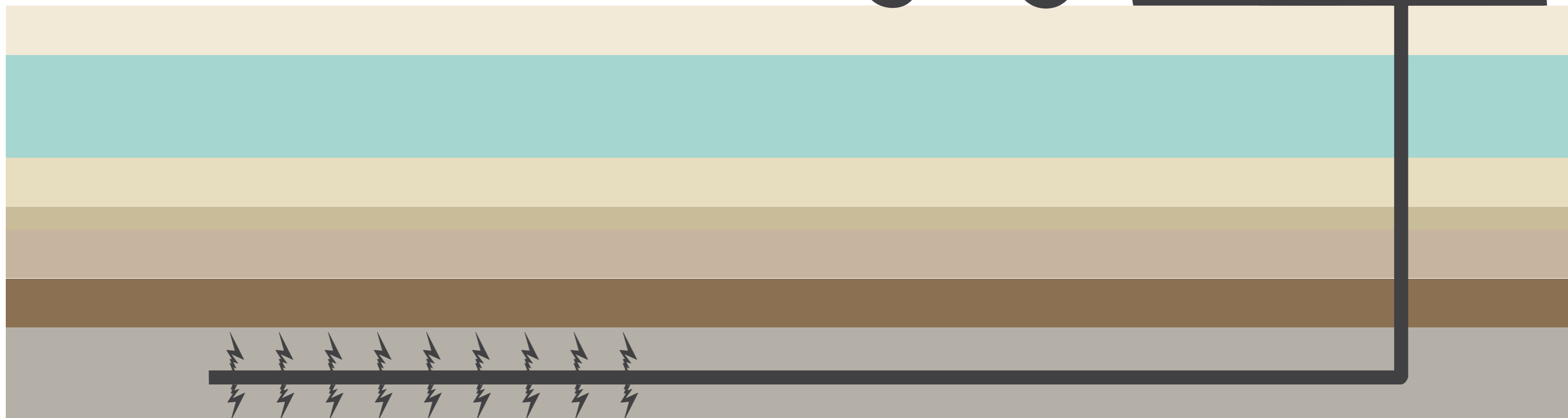
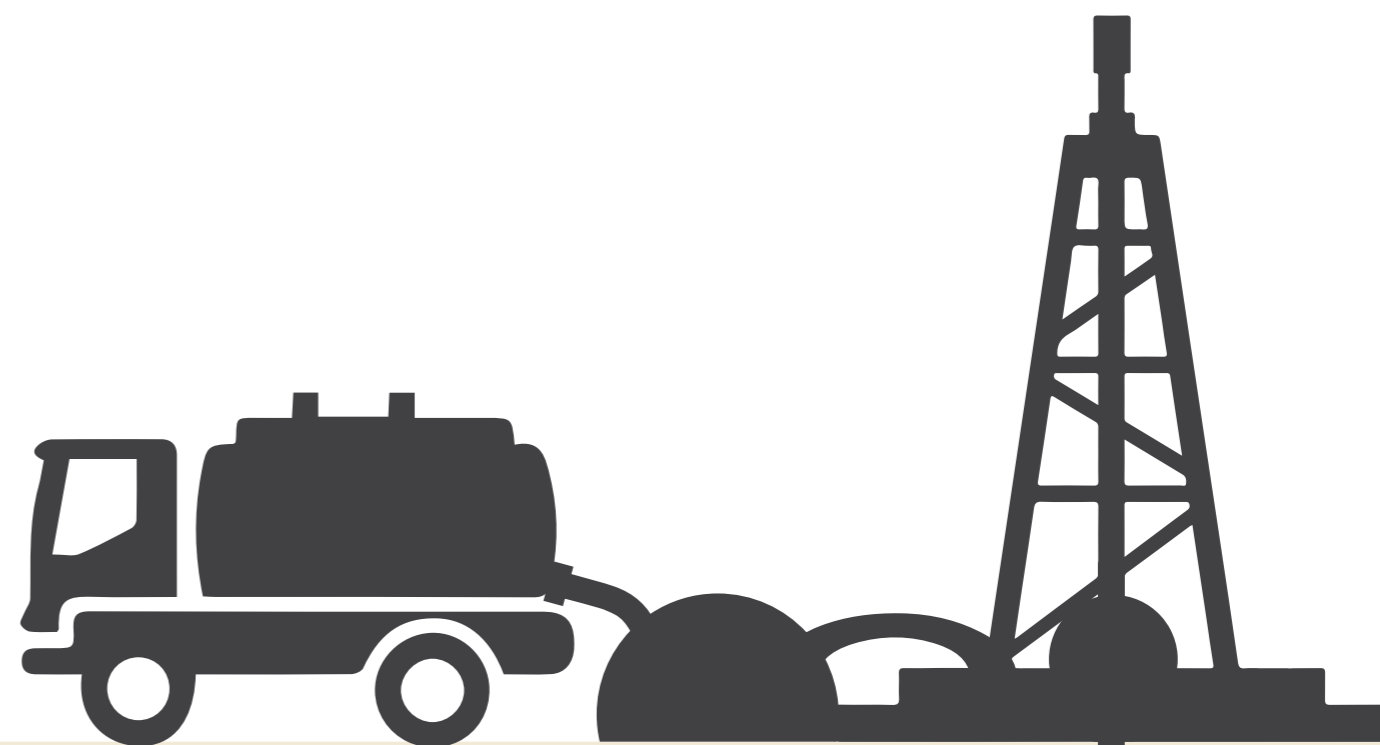
A estimulação de poços de petróleo consiste em tratamentos realizados para aumentar a produtividade, que podem melhorar o fator de recuperação final e a economicidade do projeto. A estimulação aumenta a permeabilidade da formação por métodos químicos (de soluções ácidas que promovem a dissolução da matriz da rocha), ou por meio da criação de fraturas. A principal técnica de estimulação utilizada para a produção de reservatórios não convencionais é o **fraturamento hidráulico**.

5. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Shale_gas_in_Canada

06

MAS O QUE É O FRATURAMENTO HIDRÁULICO?

O **fraturamento hidráulico** consiste na injeção de um fluido na formação rochosa com vazão e pressão controladas, de modo a causar a ruptura da rocha. Durante a técnica, são utilizados o fluido de fraturamento, geralmente à base de água, e material propante (sílica) que evita o fechamento das fraturas. A fratura se propaga durante o período em que o fluido é bombeado a uma pressão de até 8.000 psi, suficiente para fraturar o folhelho ao redor do poço⁶.



6. SCHLUMBERGER, 46 Inc., "Shale gas: When Your Gas Reservoir is Unconventional, So is Our Solution"

07

POR QUE A EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE RESERVATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS ESTÃO NO FOCO DAS QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS?

Qualquer atividade está associada a determinados riscos, sendo necessário para uma atividade eficiente a identificação, análise e mitigação destes riscos. Enquanto a identificação permite encontrar, reconhecer e descrever os diversos riscos associados⁷ àquela atividade, sua análise permite compreender os principais riscos bem como seus possíveis impactos. A associação entre a identificação e a análise dos riscos delimita o escopo das medidas que possibilitarão a sua mitigação.

A exploração e produção de petróleo e gás natural, seja com alvo em reservatório convencional, ou não convencional, exige uma série de medidas de mitigações de riscos socioambientais. No desenvolvimento da produção de campos de petróleo e gás natural, alguns aspectos devem ser monitorados para evitar danos potenciais:

- **Uso e ocupação do solo;**
- **Propagação de fraturas e sismicidade;**
- **Contaminação de recursos hídricos;**
- **Concorrência pelo uso da água;**
- **Alterações da qualidade do ar;**

7. O projeto conceitual do poço transparente e seu monitoramento – A contribuição da ANP. Disponível

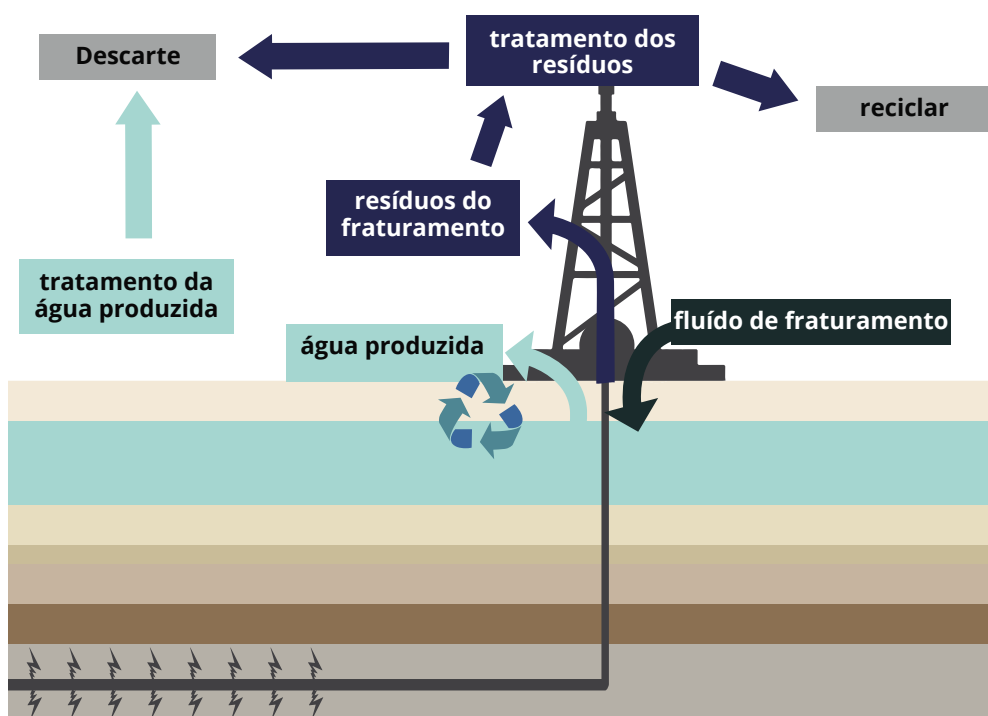
em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/arquivos/11_-_silvio_-_mesa_projeto_piloto_04_06.pdf

- **Emissões de gases de efeito estufa (GEE);**
- **Impactos à saúde humana;**
- **Impactos para a biodiversidade e conservação da natureza;**
- **Alterações da paisagem;**
- **Impactos ao patrimônio cultural e comunidades locais.**

No caso de reservatórios não convencionais, há ampla discussão sobre a influência, em especial, da prospecção desses recursos petrolíferos no fluxo hidrogeológico de aquíferos de água potável. O debate se dá, sobretudo, em razão do receio de que haja migração de hidrocarbonetos, em virtude do risco de expansão de fraturas e de sismicidade advindas da operação de fraturamento hidráulico como método de estimulação dos reservatórios de petróleo ou gás natural.

No Brasil a Resolução ANP 21/2014 determina várias medidas para mitigar esse risco de expansão de fraturas, tais como: revestimento integral do poço, perfis de cimentação, simulação e acompanhamento da propagação de fraturas. Ela é a principal e mais completa referência regulatória para reservatórios não convencionais atualmente em vigor no País.

Outro aspecto singular na produção de reservatórios não convencionais que merece atenção é o uso da água na operação do fraturamento hidráulico, concorrente com as demais atividades realizadas na região, principalmente com atividades intensivas, como agricultura irrigável, além das questões de descarte e reutilização dessa água.



A água utilizada na operação de produção de gás de folhelho passa por reciclagem, reutilização e eliminação de resíduo. A Resolução ANP 21/2014 traz as diretrizes para o uso e tratamento da água nas

operações realizadas em reservatórios não convencionais, em consonância com os demais normativos ambientais em vigor.

O fraturamento hidráulico e a perfuração de poços horizontais são utilizados na indústria de petróleo e gás natural desde o final da década de 1940. No Brasil, a técnica de estimulação é utilizada com frequência em reservatórios convencionais de baixa permeabilidade. Um levantamento da Petrobras indicou um total de 12.048 operações de fraturamento hidráulico, em 5.110 poços, nas diversas bacias sedimentares brasileiras, desde a década de 1950 até fevereiro de 2016 .

A melhor maneira de entender a prospecção e o comportamento de um reservatório não convencional é através da execução monitorada das atividades operacionais. O Projeto Poço Transparente tem exatamente esse objetivo, conforme veremos adiante.

08

O QUE É O POÇO TRANSPARENTE?

Poço Transparente é um projeto piloto cujo objetivo principal é permitir o acompanhamento pela sociedade das operações relacionadas à perfuração e ao faturamento hidráulico em reservatório não convencional, além de monitorar as práticas operacionais, para que ocorram de forma ambientalmente segura. Esse projeto piloto trará conhecimento sobre as características geológicas e do potencial de geração e/ou armazenamento do reservatório não convencional. Sem tomar essa medida, não poderemos estimar o potencial desses recursos nas bacias sedimentares brasileiras.

Atualmente existem normas internacionais e regulamentos nacionais que delimitam o que se deve e o que não se deve fazer nas operações de exploração e produção de reservatórios não convencionais. A avaliação do potencial petrolífero dos folhelhos (shale) e arenitos ou carbonatos fechados (tight) é realizada ao mesmo tempo em que se monitoram os parâmetros ambientais e de segurança operacional.

Três projetos se destacam como melhores práticas quanto à execução de projetos piloto de perfuração e fraturamento hidráulico, na Europa, nos Estados Unidos e na Colômbia, respectivamente: projeto SHEER (Shale Gas Exploration and Exploitation Induced Risk), MSEEL (Marcellus Shale Energy and Environment Laboratory) e o Proyecto Piloto de Investigación Integral - PPII .



O **Projeto MSEEL** realizado no oeste da Virgínia entre os anos de 2015 e 2018. Investimento de US\$ 11 milhões e a perfuração de quatro poços. Banco de dados a partir do acompanhamento de longo prazo de poços no desenvolvimento de recursos não convencionais. Geração de conhecimento e novas tecnologias para melhorar a eficiência de recuperação das reservas e minimizar as implicações ambientais. Informações e dados disponibilizados na plataforma do Projeto.



O **Projeto SHEER** envolveu vários países europeus e foi realizado na Polônia entre 2015 e 2018. Investimento de EU\$ 2,6 milhões e a perfuração de três poços. Banco de dados a partir do monitoramento de microssismos, qualidade do ar e da água subterrânea e deformação do solo em fraturamento hidráulico planejado realizado pela Companhia Polonesa de Petróleo e Gás.



O **PPII** colombiano está em vigor desde 2019 e disponibiliza as informações relacionadas com a regulamentação dos Projetos Piloto sobre acumulações de hidrocarbonetos não convencionais. Todos os regulamentos expedidos para o desenvolvimento dos projetos de reservatórios não convencionais são públicos.

09

COMO SERÁ O PROJETO POÇO TRANSPARENTE BRASILEIRO?

O Projeto Poço Transparente é uma iniciativa do governo brasileiro para ampliar o conhecimento sobre o fraturamento hidráulico em reservatórios não convencionais de petróleo e gás natural e divulgar informações de aspectos geológicos, ambientais e de aplicação da técnica, tornando os dados obtidos acessíveis para toda a sociedade de forma transparente, esclarecedora e sustentável.

A concepção do projeto foi motivada por eventos que trouxeram à tona a discussão sobre a exploração e produção de reservatórios não convencionais.

Novembro de 2013
12ª Rodada – oferta de 240 blocos (72 arrematados).

Dezembro de 2013
Projeto de Lei nº 6904/13 - suspensão da autorização para a exploração de gás de folhelho por cinco anos.

Mai de 2020
O Decreto nº 10.336, de 5 de maio de 2020, Projeto Poço Transparente qualificado no PPI, para fins de apoio ao licenciamento ambiental e de outras medidas necessárias à viabilização do projeto.

2013 - 2017
Ações Civis Públicas – judicialização do processo, com decisões impeditivas à atividade exploratórias nas bacias do Parnaíba, Sergipe-Alagoas, Recôncavo e Paraná, entre outras.

Agosto de 2013
CNPE autoriza a 12ª Rodada de Licitações

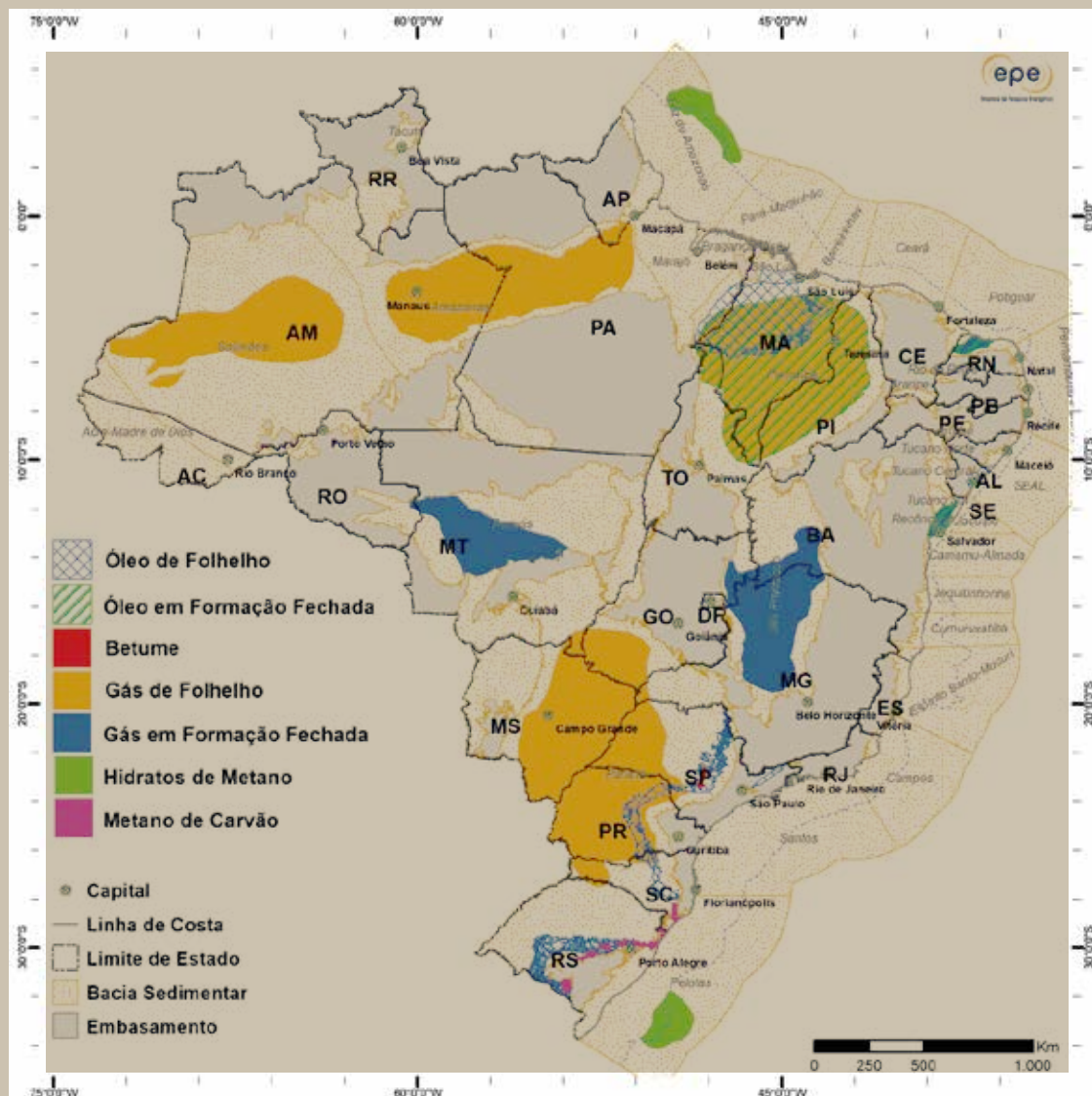
Agosto de 2013
SBPC – recomenda a suspensão da licitação de áreas para exploração de “gás de xisto (sic)”.

Setembro de 2013
4ª Câmara de Coordenação e Revisão do MPF –recomendação de avaliação ambiental estratégica para esclarecimento dos riscos e impactos ambientais relacionados à exploração do gás de xisto (sic).

10

E O POTENCIAL BRASILEIRO?

Os recursos não convencionais brasileiros foram inicialmente caracterizados em estudos preliminares, com o intuito de identificar as formações geológicas que podem conter as características necessárias para a ocorrência desses recursos, como observado no Mapa de Recursos Não Convencionais .



Mapa de Recursos Não Convencionais

As bacias sedimentares do Parnaíba, Paraná, Solimões e Amazonas, por exemplo, por alguns aspectos e características geológicas são atrativas para a pesquisa de gás de folhelho, mesmo tipo de reservatório não convencional do produtivo shale gas norte americano.

Os reservatórios não convencionais de gás natural em formação fechada (ou tight gas) podem ser alvo de estudos nas bacias do Recôncavo, São Francisco e dos Parecis.

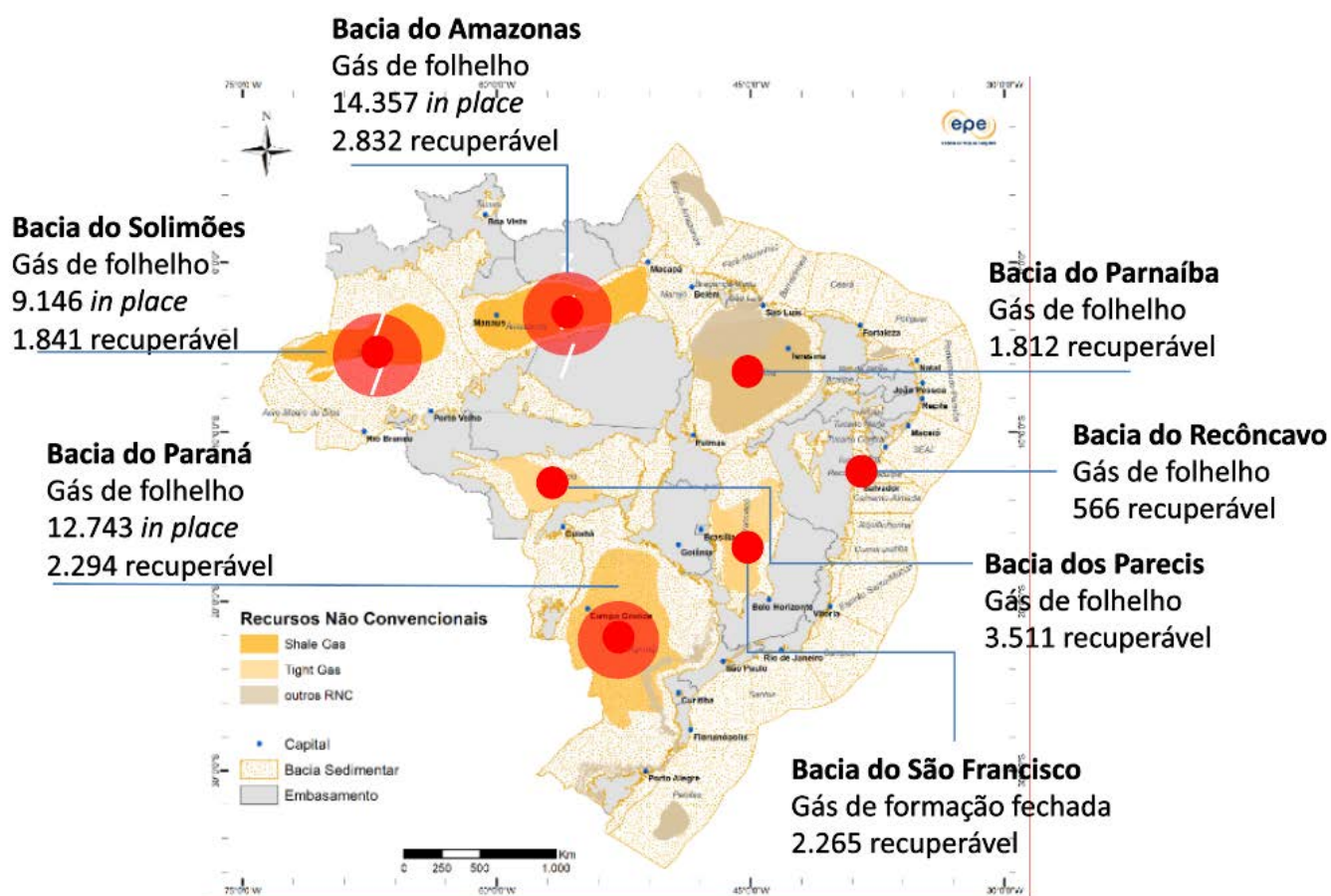
A EIA posiciona o Brasil como o 10º país com recursos de gás de folhelho no mundo, com 6,9 trilhões de m³ de gás natural.



Reservas Mundias de Gás de Folheio

Ainda são necessários muitos estudos e pesquisas para caracterizar com detalhe as formações e avaliar o potencial brasileiro para recursos não convencionais, em especial os de reservatórios não convencionais de baixa permeabilidade. No entanto, algumas instituições, baseadas em dados e informações disponíveis, apresentaram estimativas para as bacias brasileiras com expectativa para reservatórios não convencionais de petróleo e gás.

O gás natural é importante nesse contexto porque as bacias brasileiras interiores paleozoicas e neoproterozoicas, ou seja, com idade superior a 250 milhões de anos, possuem características geológicas que sugerem a propensão para gás



Estimativas de Volume em bilhões de m³

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EIA.

A incerteza sobre o potencial nacional de reservatórios não convencionais não é uma exclusividade brasileira. A EIA aponta que as projeções da produção de reservatórios não convencionais, que colocam os Estados Unidos no topo dos maiores produtores mundiais de hidrocarbonetos, são diretamente impactadas pelo desconhecimento de grandes áreas de formações produtoras.

11

RESERVATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS DE GÁS NATURAL E O NOVO MERCADO DE GÁS

O setor de gás natural no Brasil vem passando, nos últimos anos, por importantes mudanças estruturais rumo à formação de um mercado aberto, dinâmico e competitivo, com pluralidade de agentes e livre concorrência.

Nesse contexto, em 2021, foi aprovada a Lei 14.134/2021, Nova Lei do Gás, e seu Decreto regulamentador 10.712/2021, além de avanços na Agenda Regulatória da ANP e nas soluções de algumas questões tributárias.

É nesse cenário de abertura de mercado que a exploração e produção de gás natural em reservatórios não convencionais pode ser uma oportunidade de diversificação das fontes e de aumento da segurança do suprimento de gás natural no País.

Outro aspecto relevante é que as bacias sedimentares no interior do País são as que têm as maiores expectativas para reservatórios não convencionais de gás natural, com potencial de favorecer a interiorização do gás natural, a expansão do sistema de transporte e a geração de energia elétrica.

12

CONCLUSÃO

Os reservatórios não convencionais de petróleo e gás natural têm alavancado a participação de países como os Estados Unidos da América e a Argentina na produção mundial de hidrocarbonetos, gerando riqueza e desenvolvimento.

O Brasil se prepara para ter uma primeira experiência, com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre reservatórios não convencionais de petróleo e gás natural e da técnica de fraturamento hidráulico para aumentar a produtividade desse tipo de formação de baixíssima permeabilidade. Tudo deve ser feito com monitoramento das práticas operacionais, para que ocorram de forma ambientalmente segura e com o acompanhamento da sociedade.

O Projeto Poço Transparente é uma iniciativa do governo brasileiro com objetivo de tornar acessíveis os dados obtidos para toda a sociedade de forma transparente, esclarecedora e sustentável, permitir o intercâmbio de informações de forma rápida, fácil e direta entre os múltiplos agentes envolvidos e harmonizar as diferentes esferas regulatórias, fim de que o governo brasileiro possa adotar as melhores estratégias para a exploração e produção desses recursos no médio e longo prazo.

The logo icon consists of two stacked rectangular blocks. The top block is divided into three horizontal sections: a top section in a light brown color, a middle section in a grey color, and a bottom section in a darker brown color. A vertical silver-colored bar is positioned between the two blocks.

POCO TRANSPARENTE

