



8º Congresso Brasileiro de  
**Mina a Céu Aberto**

*8º Brazilian Congress of Surface Mining*

8º Congresso Brasileiro de  
**Mina Subterrânea**

*8º Brazilian Congress of Underground Mining*

**Workshop Economia Mineral:  
Recursos e Reservas**

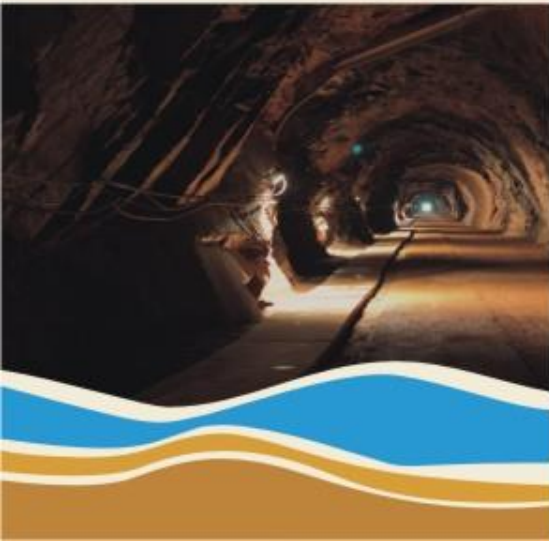
*Mineral Economics Workshop:  
Resources and Reserves*

6 a 8 de agosto de 2014

*August 6-8, 2014*

Belo Horizonte • Minas Gerais • Brasil

*Belo Horizonte • Minas Gerais • Brazil*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

# Perspectivas da Produção de Óleo e Gás pelo Método de Fraturamento Hidráulico

Wilson Trigueiro de Sousa  
Carlos Mouallem  
Ivo Eyer Cabral  
Adilson Curi

# Sumário

## 1. Introdução

1.1. Descrição do método

1.2. Evolução da produção de gás de xisto

1.3. Gás de xisto no Brasil

## 2. Abertura e revestimento de poços

2.1. Fluidos utilizados

2.2. Principais impactos ambientais

## 3. Metodologia

## 4. Discussão dos resultados

## 5. Conclusões

# 1. Introdução

## 1.1. Descrição do método

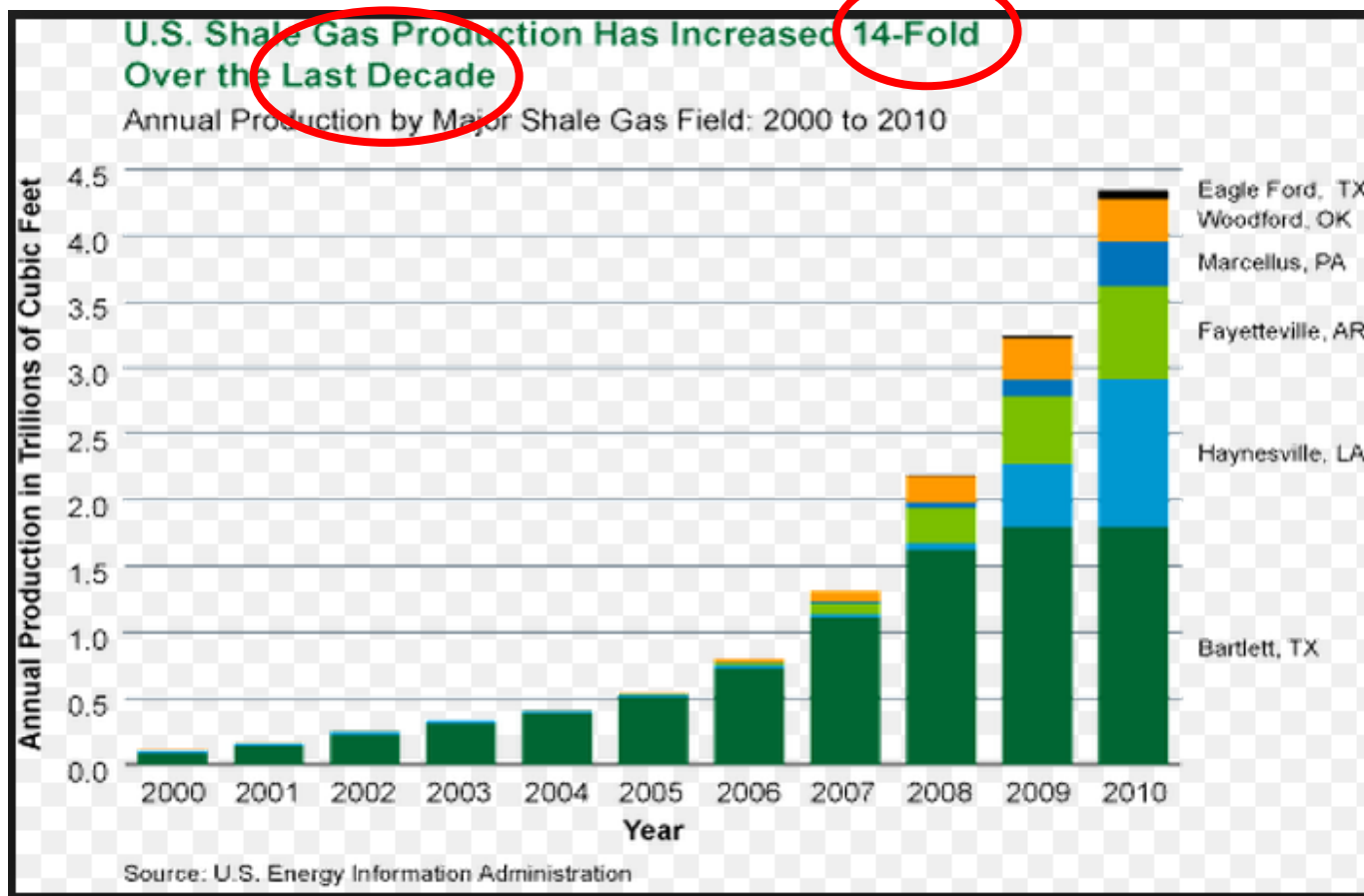
- O fraturamento hidráulico (*fracking*), ou hidrofraturamento, é uma técnica de produção de gás e óleo que consiste em injetar um fluido pressurizado na formação em volta do poço a fim de criar fraturas para o hidrocarboneto fluir para dentro do poço;
- A alta pressão na rocha reservatório muda o estado de esforços, até sua ruptura ou a expansão de rupturas já existentes;
- Juntamente com o fluido, é injetado um agente de sustentação para manter a fratura aberta, criando assim uma permeabilidade artificial;
- Esse processo é usado em campos novos ou em campos que já atingiram seu pico de produção ou possuem baixa permeabilidade, apresentando um baixo fator de recuperação.

# 1. Introdução

## 1.2. Evolução da produção de gás de xisto

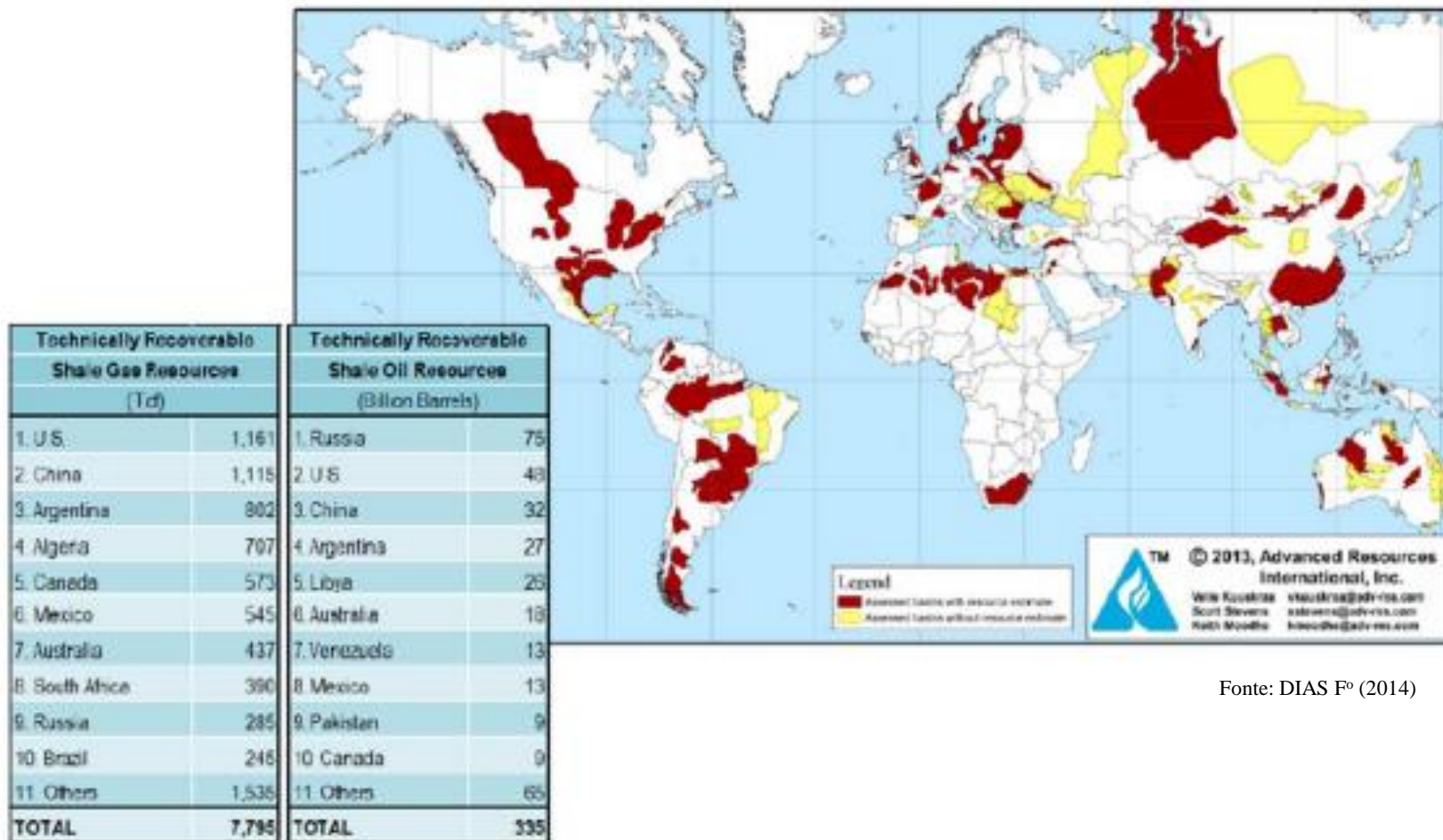
- O fraturamento hidráulico é uma tecnologia desenvolvida nos anos de 1940;
- Atualmente é uma das técnicas mais utilizadas na produção de gás nos EUA e no Canadá, apesar das controvérsias ambientais;
- Em 2010, o gás de xisto representou mais de 20% da produção de gás nos EUA.

# Produção de gás de xisto nos EUA entre 2000 e 2010 ( $10^{12}$ ft<sup>3</sup>)



Fonte: WENZEL (2012)

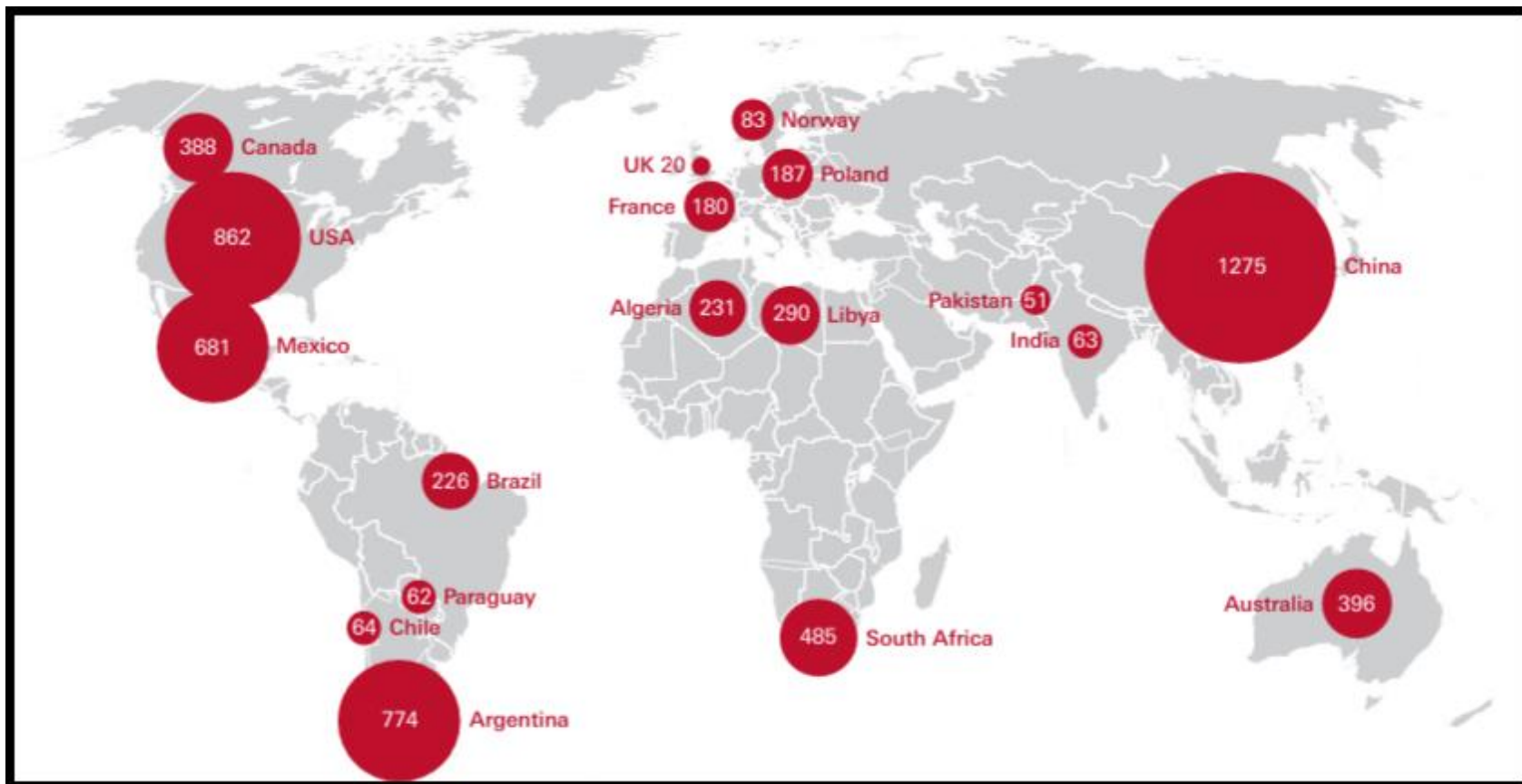
## Localização das reservas mundiais de óleo e gás de xisto



Fonte: DIAS Fº (2014)

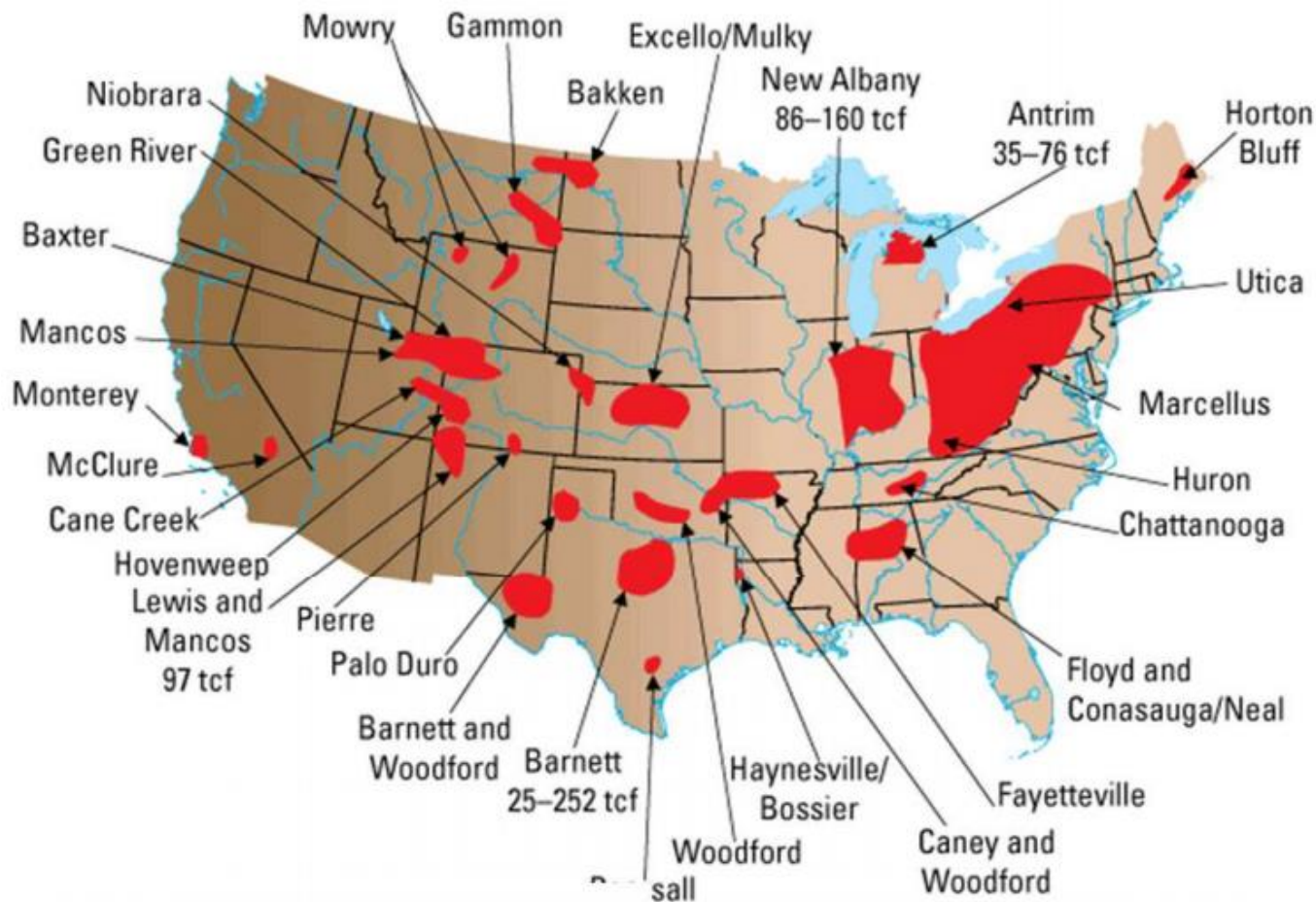


## Estimativa de reservas de hidrocarbonetos tecnicamente recuperáveis por fraturamento hidráulico ( $10^{12}$ ft<sup>3</sup>)



Fonte: WENZEL (2012)

## Localização das jazidas de xisto nos EUA



Fonte: DIAS Fº (2014)



## 1.3. Gás de xisto no Brasil

- Segundo a IEA, com o fraturamento hidráulico o Brasil pode chegar à 10ª posição no ranking de maiores reservas mundiais de gás de xisto;
- A ANP realizou no dia 28 de novembro de 2014 um leilão sobre a exploração do gás de xisto;
- As bacias que entraram nesta rodada foram:
  - Parecis (MT)
  - Parnaíba (entre Maranhão e Piauí)
  - Recôncavo (BA)
  - Paraná (entre Paraná e Mato Grosso do Sul)
  - São Francisco (entre Minas Gerais e Bahia)
  - Acre (AC)
  - Sergipe-Alagoas (entre Sergipe e Alagoas).

### 1.3. Gás de xisto no Brasil

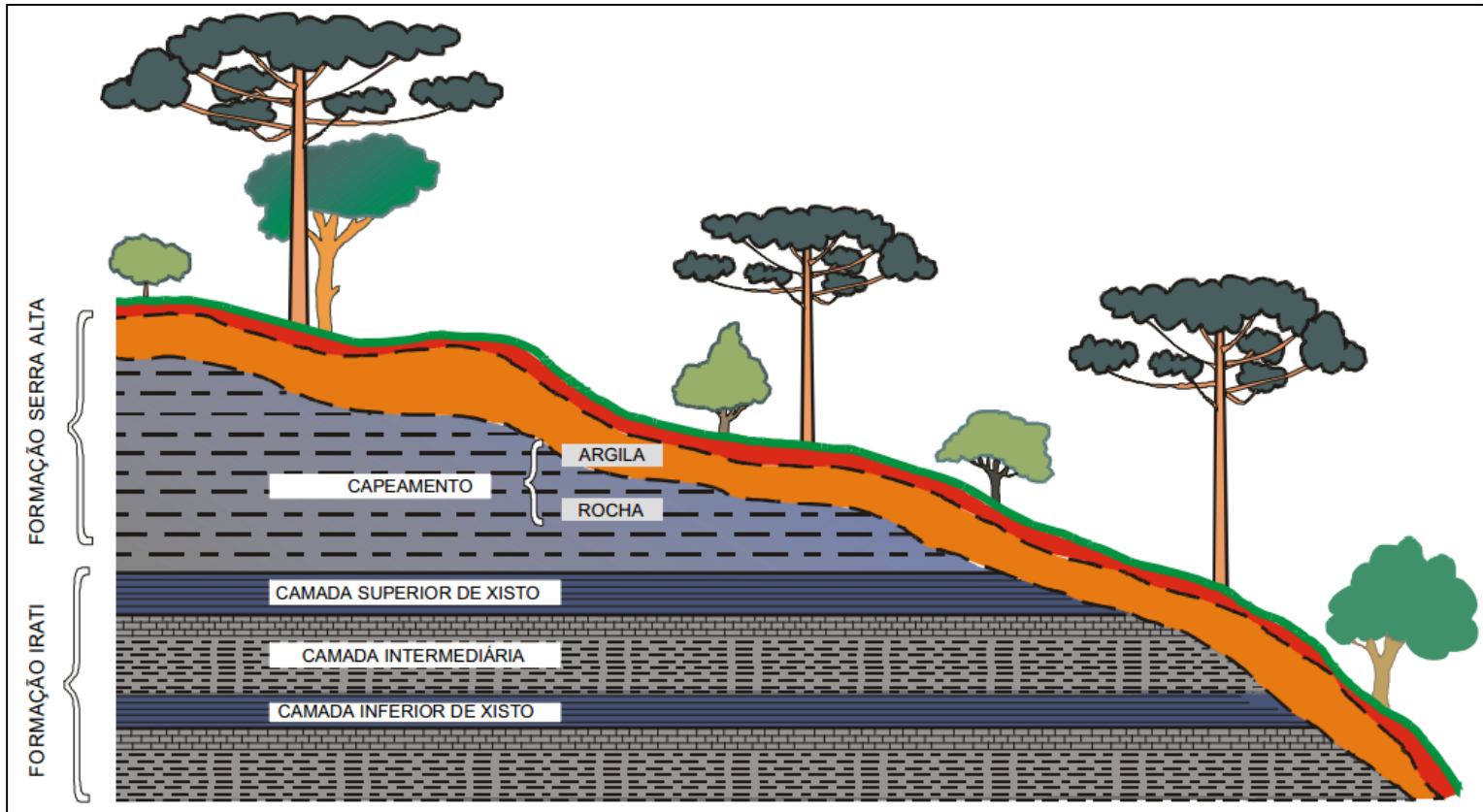
- Das 7 bacias onde se localizam os blocos, 2 não tiveram oferta, Parecis e São Francisco;
- Do total de 240 blocos ofertados, apenas 72 foram arrematados (30%);
- A Petrobrás levou 49 dos 72 blocos arrematados (68%), os outros 23 blocos ficaram divididos entre 12 empresas, sendo 8 brasileiras e 4 estrangeiras;
- Não há experiência no Brasil de realização de fraturamento com volumes de fluido e potência hidráulica nos níveis utilizados nos Estados Unidos, onde a produção de gás de xisto aumentou de forma acentuada a partir de 2005.

# 1.3. Gás de xisto no Brasil



Fonte: DIAS Fº (2014)

# 1.3. Gás de xisto no Brasil



Fonte: DIAS Fº (2014)

## 2. Abertura e revestimento de poços

- Um elemento-chave de sucesso no fraturamento hidráulico é a construção adequada do poço. Durante os processos de perfuração e completação, técnicas corretas devem ser utilizadas para garantir que a água subterrânea seja isolada do poço e protegida das operações de produção e completação, e que os danos à rocha reservatório sejam minimizados.
- Os aspectos críticos da construção de poços são:
  - seleção e aplicação de revestimentos adequados;
  - cimentação adequada.
- Para proporcionar a proteção necessária, geralmente são executadas 3 fases para isolar o poço dos intervalos de rocha que foram atravessadas durante o processo de perfuração.

## 2. Abertura e revestimento de poços

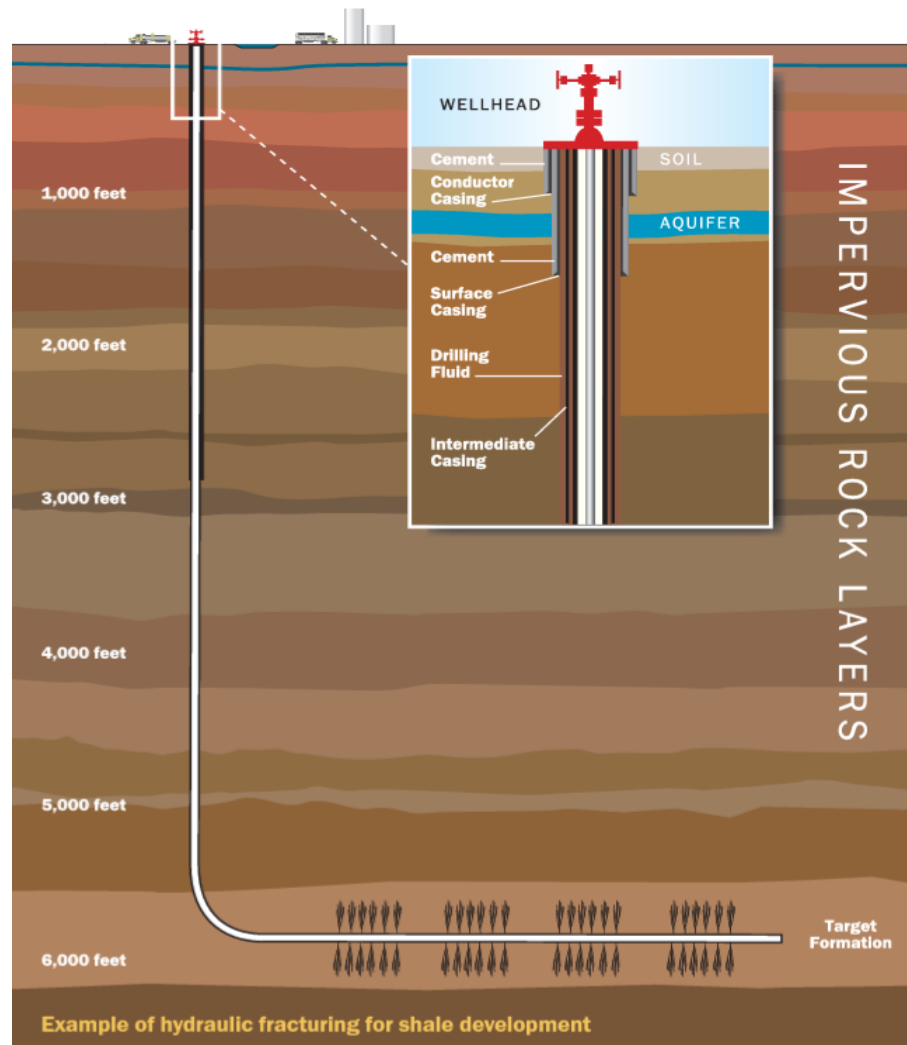
Na **fase I**, é feito um furo até a base do material não consolidado que se encontra na superfície. Um invólucro de aço ou tubo condutor é inserido no furo e cimentado no local. O poço é então perfurado até uma profundidade definida pelas agências reguladoras, que geralmente é abaixo da base da proteção das águas subterrâneas e suficiente para proporcionar a resistência mecânica necessária para futuras operações.

Na **fase II**, um segundo conjunto de invólucro de aço (revestimento de superfície) é cimentado no poço ao longo de todo o intervalo vertical perfurado.

Na **fase III**, o poço é perfurado até a sua profundidade total.

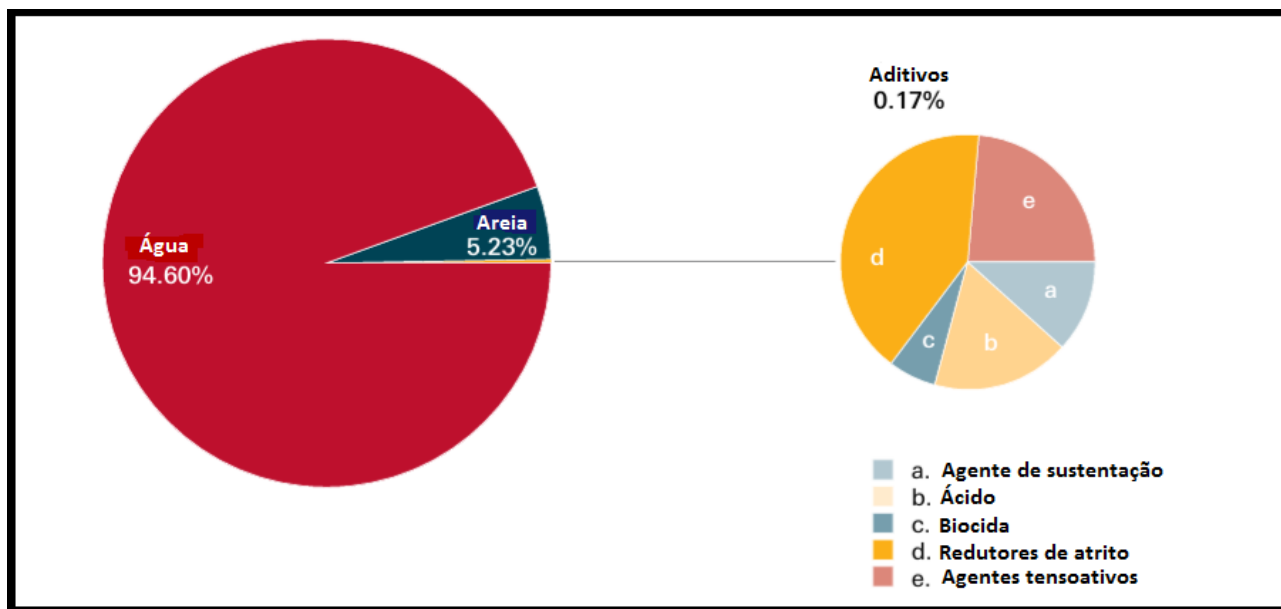


# Exemplo da construção de um poço usando a técnica de fraturamento hidráulico



## 2.1. Fluidos utilizados

- Os fluidos utilizados são compostos tipicamente por mais de 99% em volume de água e areia, sendo o restante constituído por produtos químicos:
  - espessantes e redutores de atrito, com a função de proteger o revestimento de produção.



Fonte: DIAS Fº (2014)

## 2.2. Principais impactos ambientais

- Riscos de contaminação de aquíferos e do solo;
- Risco de explosão com a liberação de gás metano;
- Consumo excessivo de água para provocar o fraturamento da rocha;
- Uso de substâncias químicas que compõem os fluidos utilizados no método;
- Preocupação de que o método possa provocar subsidências na superfície.

## 3. Metodologia

### Tipo de estudo

- O estudo foi realizado na forma de uma pesquisa com base em artigos científicos referentes ao tema da aplicabilidade do método de estimulação da produção de gás por fraturamento hidráulico e a possibilidade de uso no Brasil.

### CrITÉrios de elegibilidade

- *CrITÉrios de inclusão*: artigos publicados na íntegra; artigos publicados no período de 2000 a 2013; artigos relacionados à temática da aplicabilidade da técnica de estimulação por fraturamento hidráulico;
- *CrITÉrios de exclusão*: artigos publicados antes de 2000.

## Procedimentos para a coleta de dados

- Utilizou-se para coletar os dados os artigos disponíveis no SciELO;
- As publicações foram selecionadas de acordo com as seguintes palavras-chave:

### Palavras-chave

Fraturamento hidráulico

Técnica de estimulação

Exploração de hidrocarbonetos

Vantagens e desvantagens do faturamento hidráulico

Impactos ambientais e econômicos do faturamento hidráulico

## Procedimentos para a coleta de dados

- Após a seleção dos artigos de acordo com os critérios de inclusão, foi elaborada uma tabela contendo:
  - autoria;
  - ano de publicação;
  - título do artigo;
  - métodos utilizados;
  - objetivos;
  - resultados ;
  - conclusões.



## 4. Discussão dos resultados

- Após análise dos artigos levantados, apenas 5 atendiam aos critérios de inclusão, e que foram incluídos neste estudo:

Título	Autores	Ano
Análise de viabilidade econômica da produção de <i>shale gas</i> : um estudo de caso em Fayetteville, EUA	SANTOS, P. R. D.; CORADESQUI, S.	2013
Perfis de imagem de poços de petróleo	FELIX, F.; NASCIMENTO, E.; BORBA, C.	2013
Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro.	LAGE, E. S. et al.	2012
Formulação de gel de fraturamento utilizando tensoativos não-iônicos	GOMES, D. A. A. et al.	2005
Avaliação das técnicas de disposição de rejeitos da perfuração terrestre de poços de petróleo	SOUZA, P. J. B.; LIMA, V. L.	2002

## 5. Conclusões

- A utilização do fraturamento hidráulico apresenta-se como uma alternativa à exploração de reservas de petróleo e gás natural por métodos convencionais, com vista a uma maximização econômica e ganhos de produtividade na produção de hidrocarbonetos;
- As principais desvantagens estão relacionadas às questões ambientais, sobretudo aos riscos de contaminação de aquíferos e do solo, aos riscos de subsidência e de abalos sísmicos, e a contaminação do meio com os fluidos provenientes do processo.



## Referências Bibliográficas

FELIX, F.; NASCIMENTO, E.; BORBA, C. (2008). Perfis de imagem de poços de petróleo. Cadernos de graduação – ciências exatas e tecnológicas, v. 1, n. 16, p. 61-78.

GOMES, D. A. A.; NOBREGA, G. A. S.; PEGADO, R. M.; BARROS NETO, E. L.; DANTAS NETO, A. A.; CASTRO DANTAS, T. N. (2005). Formulação de gel de fraturamento utilizando tensoativos não-iônicos. VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Campinas-SP, 2005.

LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D.; SOUZA, L. D. W.; DORES, P. B.; GALOPPI, P. P. S. (2012). Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro. Petróleo e gás, v. 37, v. 33-88.

SANTOS, P. R. D.; CORADESQUI, S. (2013). Análise de viabilidade econômica da produção de *shale gás*: um estudo de caso de Fayetteville. Monografia (Graduação em Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOUZA, P. J. B.; LIMA, V. L. (2002). Avaliação das técnicas de disposição de rejeitos da perfuração terrestre de poços de petróleo. Monografia final do curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria. Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador.



# Obrigado!

*trigueiro@demin.em.ufop.br*