

# Perspectivas da Exploração e Produção Gás Natural *Onshore* em São Paulo

**Ubirajara Sampaio de Campos**

Subsecretário de Petróleo e Gás

Secretaria de Energia do Estado de São Paulo

São Paulo  
Dezembro/2013

# Estado de São Paulo

## Mercado de Gás Natural (1/2)

### SITUAÇÃO

- ✓ São Paulo representa cerca de 1/3 do mercado de gás natural do país e é suprido por gás de origem importada (50%) e nacional (50%) e, portanto, o preço do gás é decorrente do *mix* de suprimento;
- ✓ Além do uso energético, o gás natural pode ser utilizado como matéria-prima, principalmente pela indústria química/petroquímica (nesse caso há a maior agregação de valor no preço do gás);
- ✓ A produção de gás no país é majoritariamente (no Estado exclusivamente) marítima (*offshore*);
- ✓ O mercado paulista de gás está estagnado nos níveis pré-crise mundial de 2008, devido à:
  - Instabilidade da oferta de suprimento;
  - Imprevisibilidade na formação de preços → Descontos crescentes praticados pela Petrobras no preço de gás nacional desde fev/2010, mantendo o preço artificialmente controlado;
  - São Paulo e os estados do Sul pagam pelo gás um preço cerca de 17% superior ao dos demais Estados da Federação;

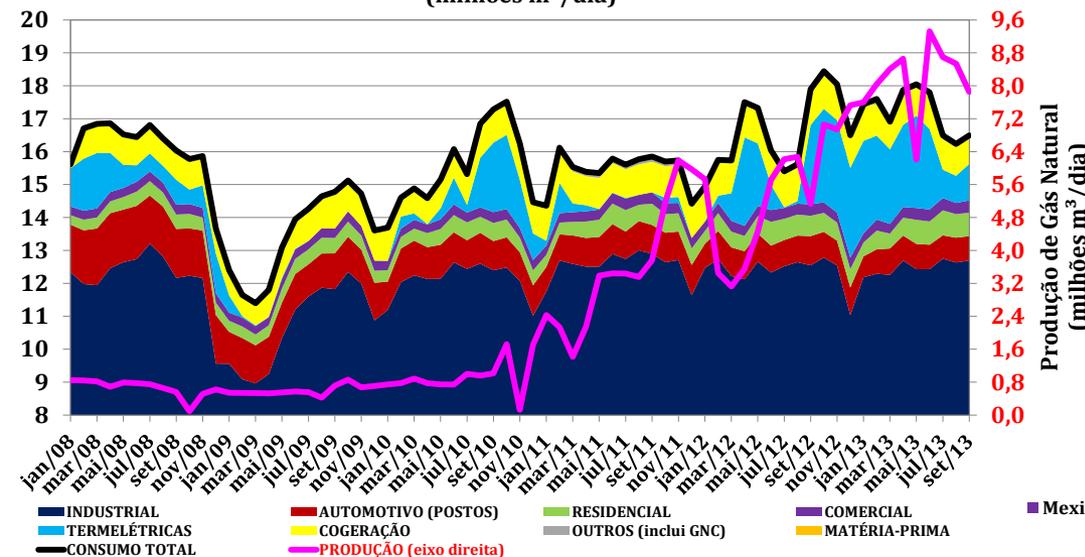
### MOTIVAÇÃO DA DIVERSIFICAÇÃO DA OFERTA

- ✓ Desenvolver o mercado de gás natural a partir da ampliação da oferta de suprimento a preços competitivos e priorizar o uso do gás em segmentos que promovam ganhos de competitividade econômica e de eficiência energética e induzam melhorias ambientais;
- ✓ O Plano Paulista de Energia – PPE 2020 prevê um crescimento do consumo de 16 MMm<sup>3</sup>/d (2013) para 25,3 MMm<sup>3</sup>/d (2020);

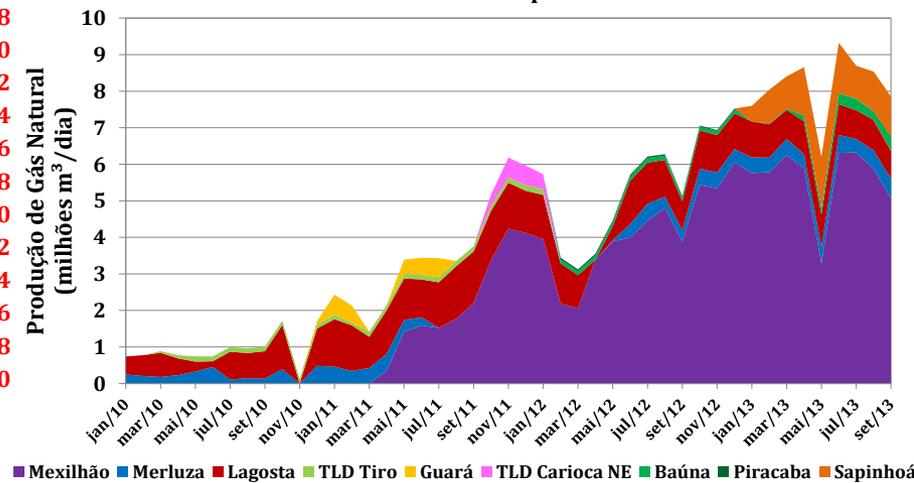
# Estado de São Paulo

## Mercado de Gás Natural (2/2)

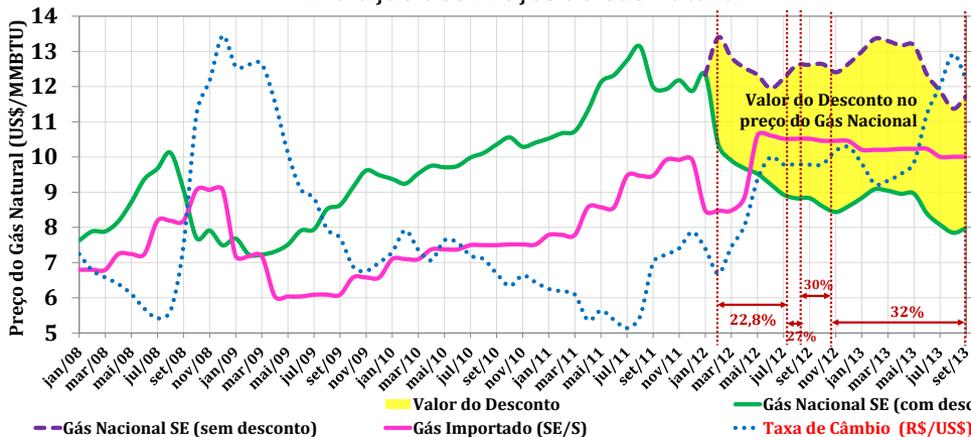
São Paulo - Evolução da Produção e Consumo de Gás Natural  
(milhões m<sup>3</sup>/dia)



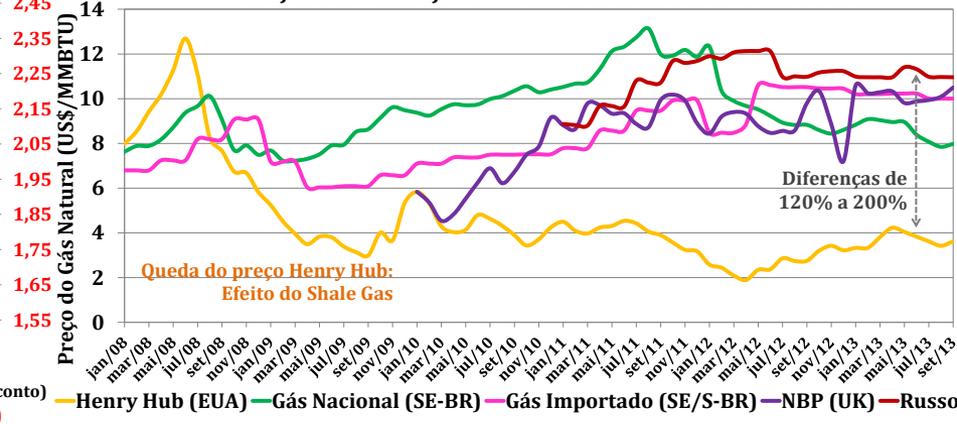
Produção Diária de Gás Natural dos Campos da Bacia de Santos  
Confrontantes com Municípios Paulistas



Evolução dos Preços do Gás Natural

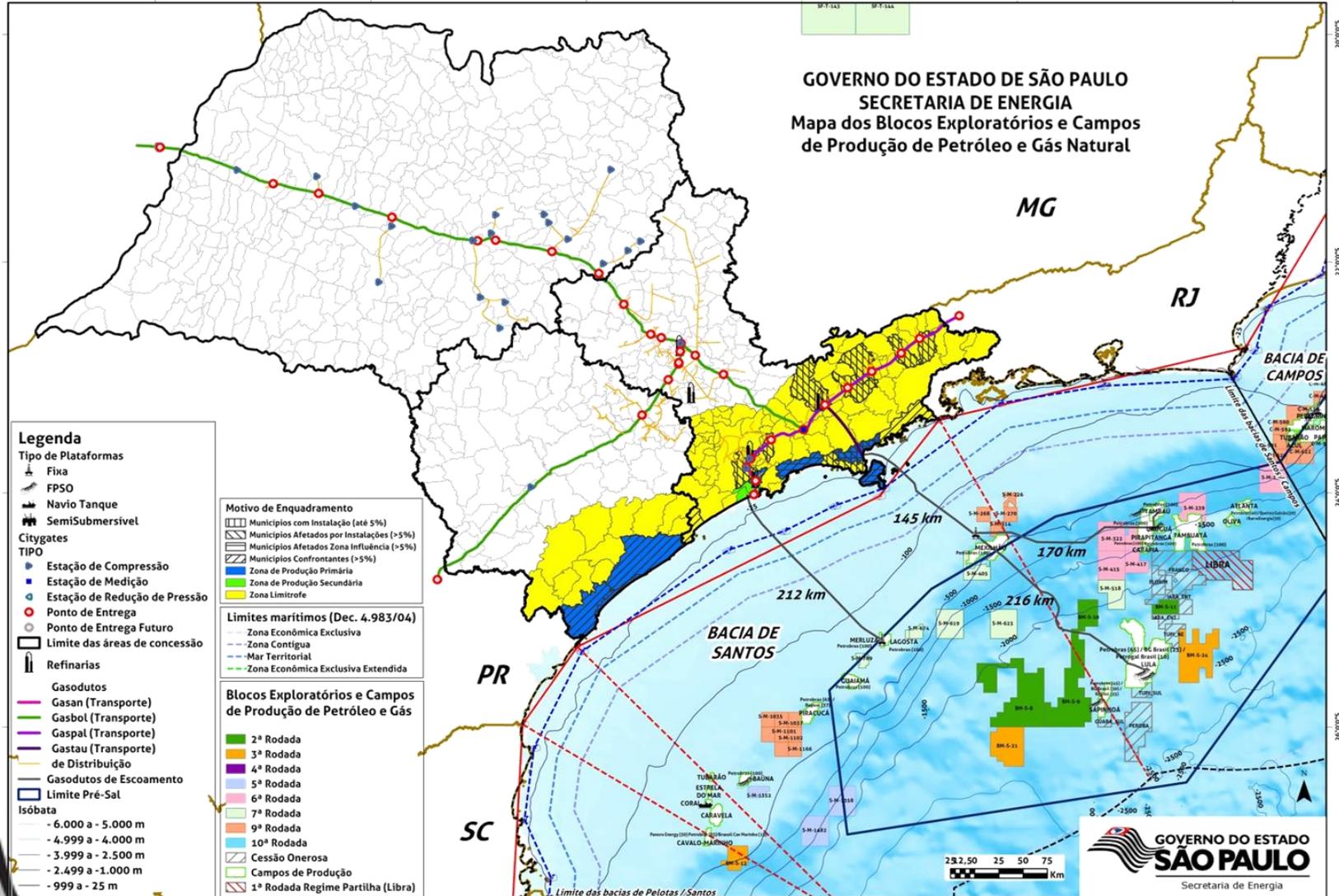


Evolução dos Preços Internacionais do Gás Natural



# Bacia de Santos

## Mapa dos Blocos Exploratórios e Campos de Produção



# Recursos Convencionais e Não Convencionais

## Diferenças

A principal diferença entre os recursos convencionais e não convencionais está na permeabilidade da rocha-reservatório. Enquanto a rocha-reservatório dos recursos convencionais possui alta permeabilidade (arenito poroso), no *shale gas* e no *tight gas* a rocha-reservatório possui baixa permeabilidade (arenitos e calcários).

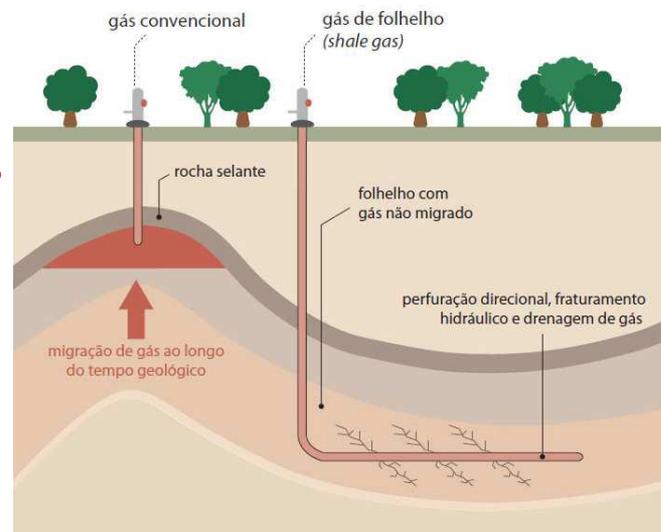
**Convencionais** - Os recursos migram das rochas onde foram formados para rochas reservatórios.

**Não Convencionais** - As reservas não convencionais contêm hidrocarbonetos (óleo e gás) em condições que não permitem o movimento do fluido, por se encontrarem confinados em rochas pouco permeáveis (baixa permeabilidade) ou então apresentam vazões tão baixas que são inviáveis para seu aproveitamento econômico.

### Gás de Folhelho (Shale gas):

Reservatório é a própria rocha geradora;

Requer operações de multifaturamento horizontal, demandando significativa infraestrutura logística



## Recursos Não-convencionais

---

### Petróleo

- ✓ Areias Betuminosas (*Oil Sands*)
- ✓ Xisto Betuminoso (Folhelho Pirobetuminoso)
- ✓ Óleo Pesado e Ultrapesado

### Petróleo e Gás Natural

- ✓ Coalbed Methane (CBM)  
(Metano em minas de carvão)
- ✓ Tight Gas/Oil  
(*Reservatórios fechados*)
- ✓ Shale Gas/Oil  
(*Produção a partir da rocha geradora*)

# Aspectos Geológicos

## Existência de Parâmetros-Guia

---

1. Rocha geradora
2. Rocha-reservatório
3. COT adequado
4. Maturação da matéria orgânica
5. Profundidade
6. Espessura
7. Porosidade
8. Granulometria
9. Localização geográfica
10. Cobertura basáltica

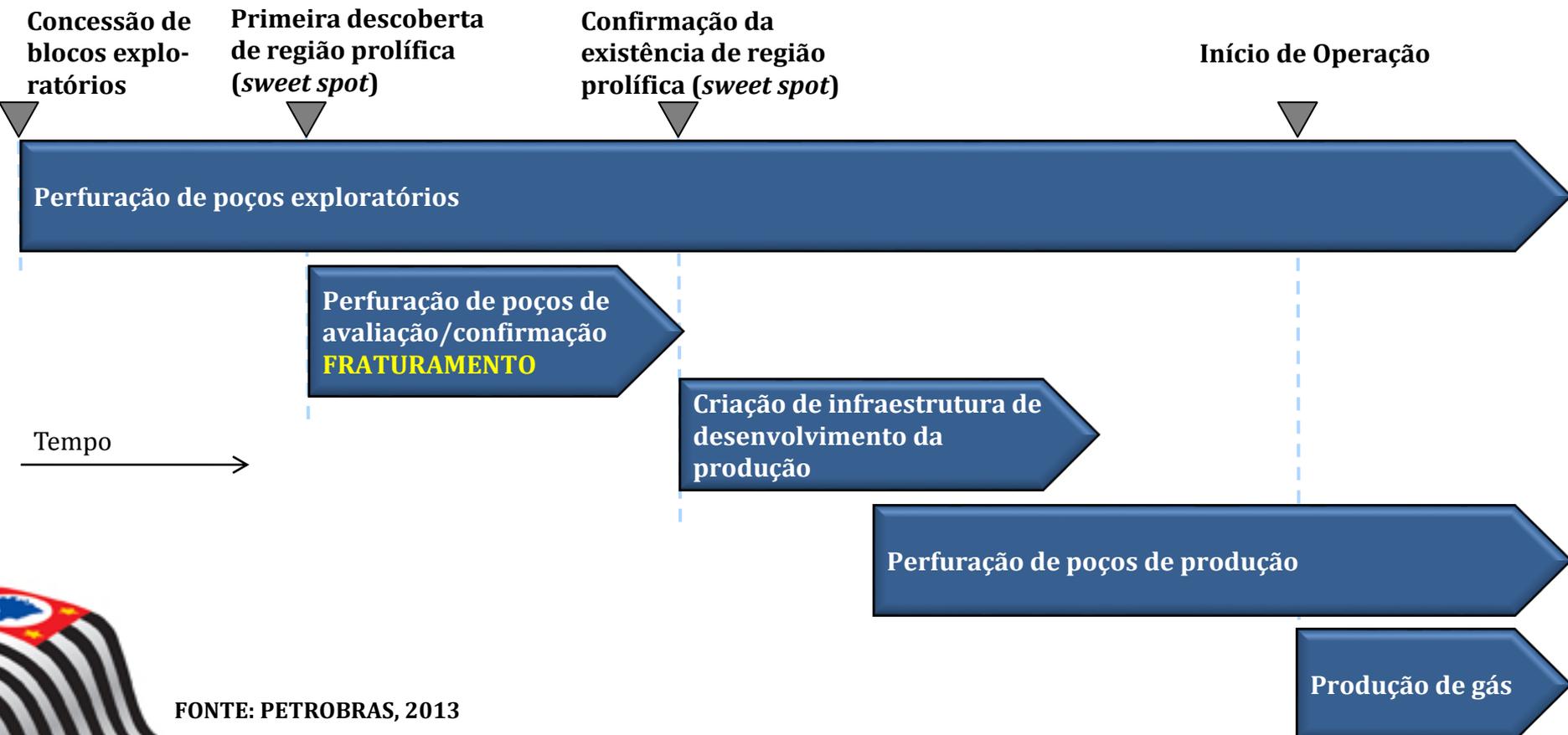
## **Gás de Folhelho Betuminoso (*Shale Gas*)**

- ✓ **Folhelhos são rochas sedimentares de granulação fina (porosidade limitada) e poucos poros interconectados (baixa permeabilidade) que podem ser ricas fontes de petróleo e gás natural. Em outras palavras, o folhelho consiste em uma rocha sedimentar com grande quantidade de matéria orgânica que dá origem ao gás.**
- ✓ **Apenas ao longo dos últimos anos, a partir da combinação de perfuração horizontal e fraturamento hidráulico foi possível o acesso a grandes volumes de gás de folhelho, que antes eram economicamente inviáveis para produzir.**
- ✓ **O *shale gas* é encontrado em formações de folhelhos, que contêm acumulações significativas de gás natural e tem propriedades geológicas e geográficas semelhantes.** A experiência e as informações obtidas a partir de desenvolvimento do *shale* de Barnett no Texas têm melhorado a eficiência de desenvolvimento de *shale gas* em todo o Estados Unidos.
- ✓ **O fraturamento hidráulico (comumente chamado de *fracking*) é uma técnica na qual a água, produtos químicos e areia são bombeados em alta pressão para dentro do poço, causando fendas (fraturas) na rocha e liberando os hidrocarbonetos da formação de folhelho, permitindo que o gás flua da rocha para o poço. Quando utilizado em conjunto com a perfuração horizontal, o fraturamento hidráulico permite que os produtores de gás extraiam *shale gas* em volumes economicamente viáveis. Essa técnica tem sido bem sucedida em vários locais do mundo com vistas à estimulação de reservas de baixa permeabilidade na extração de gases não-convencionais.**
- ✓ **Os demais gases não-convencionais são o confinado (*tight gas*), com ocorrência em rochas impermeáveis ou de baixa permeabilidade, e o metano associado a camadas de carvão (*coalbed methane*).**

## Desenvolvimento de Reservatórios Não-Convencionais

Coexistência das fases de Exploração, Desenvolvimento da Produção e Produção

- especificidades das acumulações
- acelerado declínio da produção dos poços



FONTE: PETROBRAS, 2013

# Infraestrutura de Produção de Gás Reservatórios Não-Convencionais

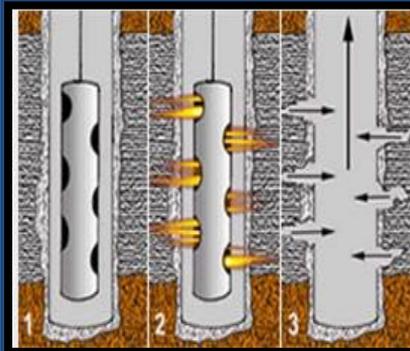
## EXEMPLO DO CICLO PARA GÁS DE FOLHELHO

### Perfuração



Da construção de infraestrutura para acesso ao poço até o fim do processo de perfuração

### Completação



Inclui a cimentação do revestimento, passando pelo canhoneio, até a instalação de equipamentos de fundo

### Estimulação



Inclui o serviço, a logística e o bombeio de fluidos (água areia e aditivos) para estimular o poço através do fraturamento hidráulico

### Produção



Inclui os processos de separação de gás e fluidos do reservatório produzidos (líquidos e água), o descarte e o tratamento de água

- A etapa de estimulação é mandatória para poços em jazidas não-convencionais.
- Demanda grande volume de equipamento, serviços e pessoal, sendo a principal diferença em relação à produção em poço convencional

FONTE: PETROBRAS, 2013

# Fraturamento Hidráulico Não Convencional

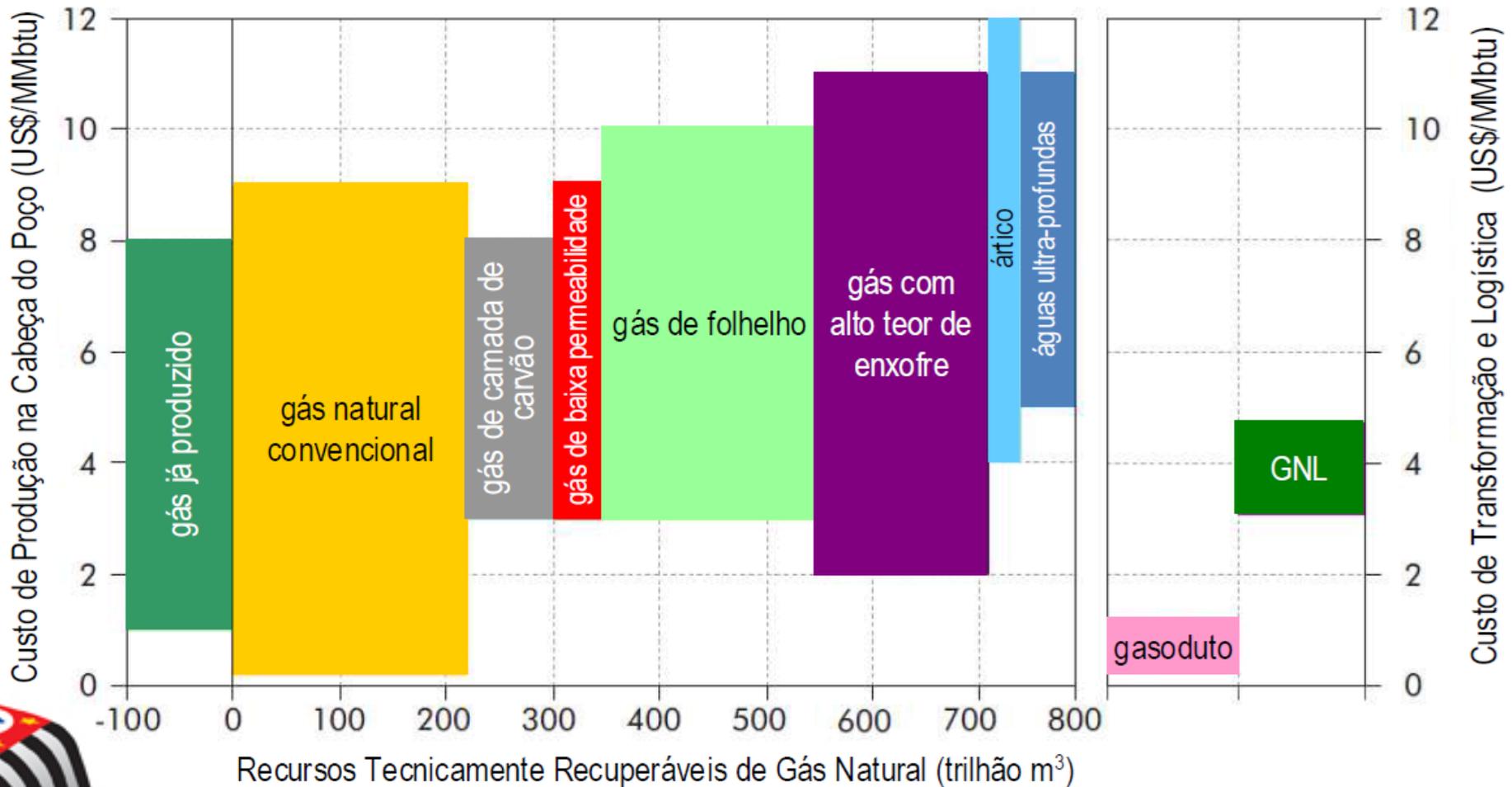
## Principais Questões Ambientais de Interesse

---

- ✓ Interação com aquíferos:
  - Contaminação de águas subterrâneas;
  - Gaseificação de corpos de águas superficiais e poços;
- ✓ Elevado consumo de água → conflitos de uso / usos múltiplos;
- ✓ Riscos em superfície devido ao uso de produtos químicos, resíduos e efluentes;
- ✓ Riscos de acidentes → derramamentos, explosões e incêndios;

## Custos e Potencial de Recuperação de Gás Natural

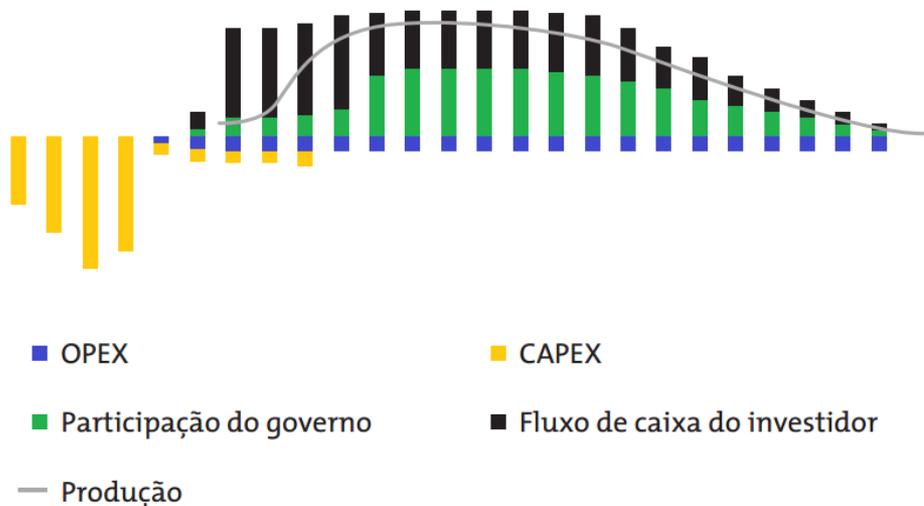
Curva de Oferta Potencial de Gás Natural no Mundo



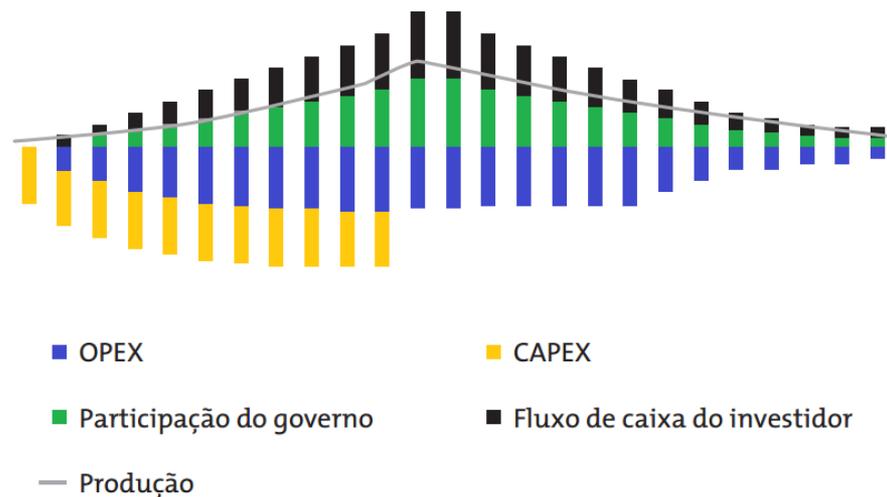
FONTE: PETROBRAS, 2013

# Comparativo - Fluxos de Caixa de Projetos Convencionais e Não-Convencionais

## Projeto convencional



## Projeto não convencional



FONTE: BNDES (Royal Dutch Shell)

## Panorama Mundial do *Shale Gas*

Além dos EUA, 6 países no mundo tem significativos recursos de *shale (gas e oil)*:

**Fase de Desenvolvimento** – Argentina e Canadá

**Fase de Exploração** – Argélia, Austrália, China e México

### ✓ EUA - EXPLORAÇÃO

- Reservas\* de 32,88 trilhões de m<sup>3</sup> de *shale gas* e 48 bilhões de barris de *shale oil*;
- Avanços tecnológicos em sísmica, perfuração e fraturamento hidráulico;
- Métodos de produção em massa (escala);
- Forte impulso financeiro dos líquidos;
- Domina o desenvolvimento não convencional, com 70 *players* diferentes atuando na exploração de recursos não convencionais

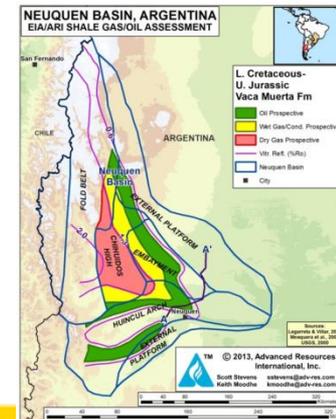
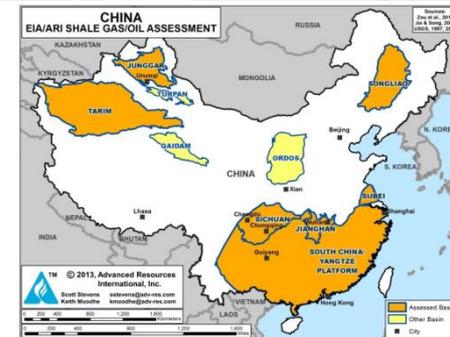
### ✓ China - EXPLORAÇÃO

- Reservas\* de 31,57 trilhões de m<sup>3</sup> de *shale gas* e 32,2 bilhões de barris de *shale oil*;
- Foco na exploração do *shale gas* → mais de 100 poços exploratórios, verticais e horizontais → meta de produção de 170 a 283 milhões m<sup>3</sup>/d em 2020;
- Área promissora, mas com baixo teor de gás e altos custos;
- Rochas de boa qualidade, complexidade estrutural e problemas de perfuração;

### ✓ Argentina – DESENVOLVIMENTO

- Reservas\* de 22,71 trilhões de m<sup>3</sup> de *shale gas* e 27,0 bilhões de barris de *shale oil*;
- Mais de 50 poços de *shale oil e gas*, sendo a maioria vertical;
- Geologicamente, talvez a melhor bacia de *shale gas* fora da América do Norte;
- *Shale gas*: Bacia de Neuquen

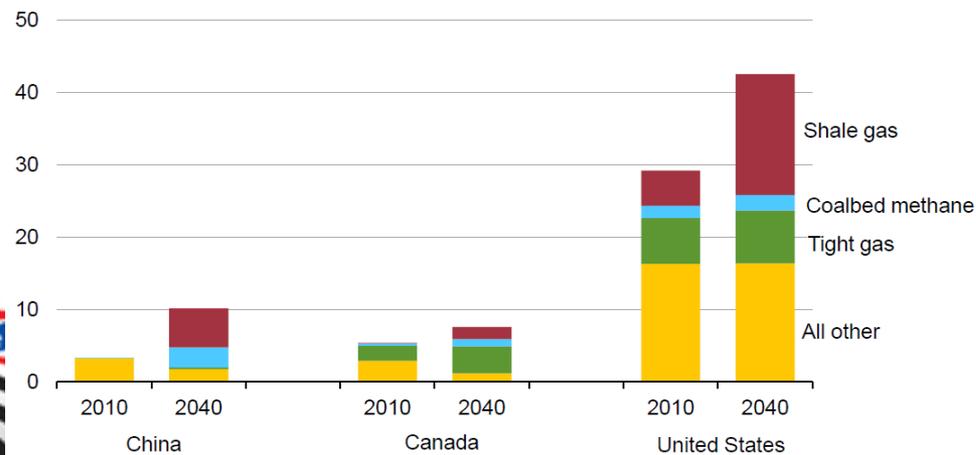
\* Reservas Tecnicamente Recuperáveis



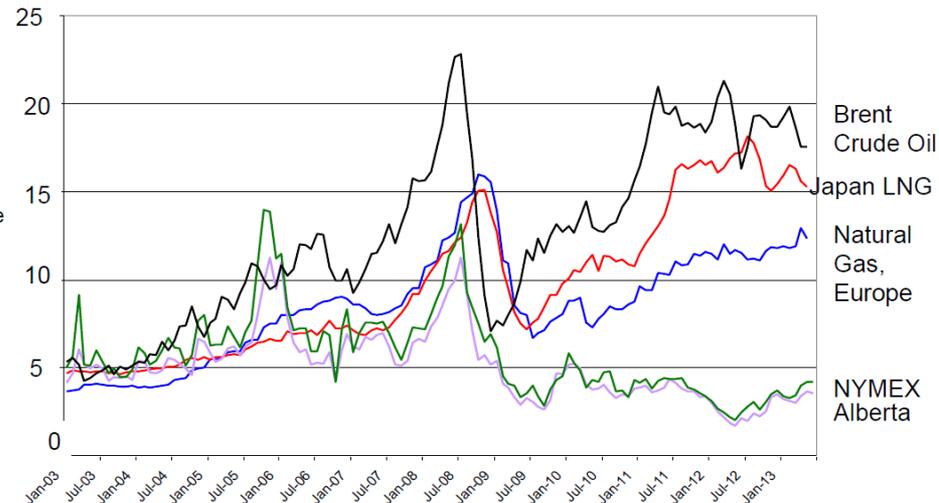
## Impactos do *Shale Gas* (1/2)

- Os avanços tecnológicos recentes em fraturamento hidráulico e perfuração horizontal permitiram:
  - ❖ Significativa redução do preço do gás nos EUA (de US\$ 13/MMBTU para US\$ 4/MMBTU);
  - ❖ Elevados ganhos de competitividade, principalmente à indústria;
  - ❖ Atração de novos/retomada dos investimentos → crescimento econômico;
  - ❖ Aos EUA se tornarem exportador líquido de gás natural.
- Permite a redução da dependência energética e representa oportunidade de exportação de GNL;
- Crescimento da demanda mundial por gás natural, principalmente dos países em desenvolvimento;
- Diferença está na permeabilidade relativa de tipos de rochas reservatórios envolvidos nos processos de extração de gás não convencional.

### Produção de Gás Natural (Tcf)



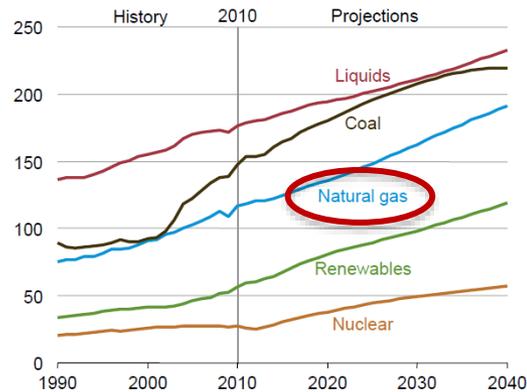
### Preços Internacionais do Gás Natural (US\$/MMBTU)



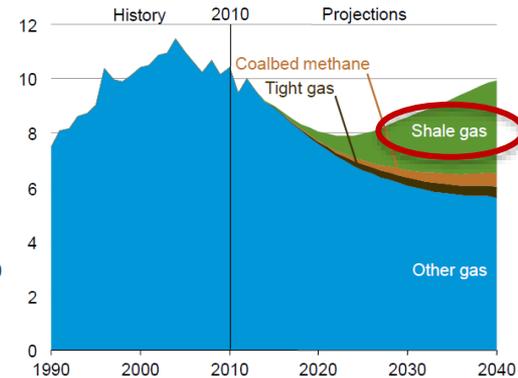
## Impactos do *Shale Gas* (2/2)

- Impulsionado pela queda nos preços e significativos ganhos de competitividade e agregação de valor, o *shale gas* representará a maior parcela da produção de gás dos EUA e China nos próximos 30 anos ;
- De acordo com o DOE/EIA, o gás natural será o combustível que terá maior crescimento no consumo mundial nos próximos 30 anos, seguido pelas energias renováveis;
- O DOE/EIA projeta como principais usos finais do gás natural no mundo sua utilização na geração de energia elétrica, pela indústria e em construções.

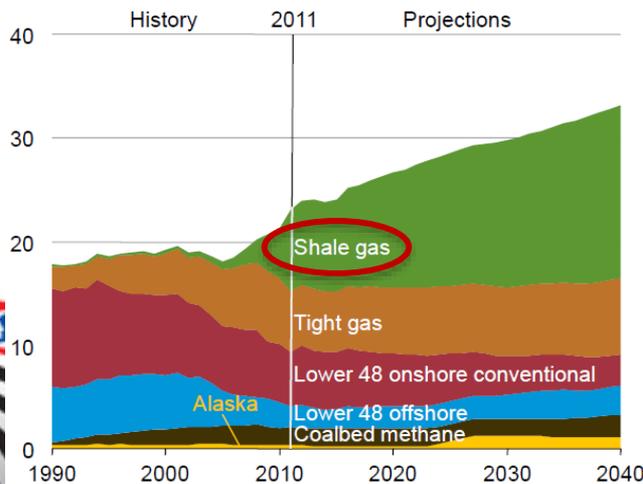
World energy consumption by fuel type, 1990-2040 (quadrillion Btu)



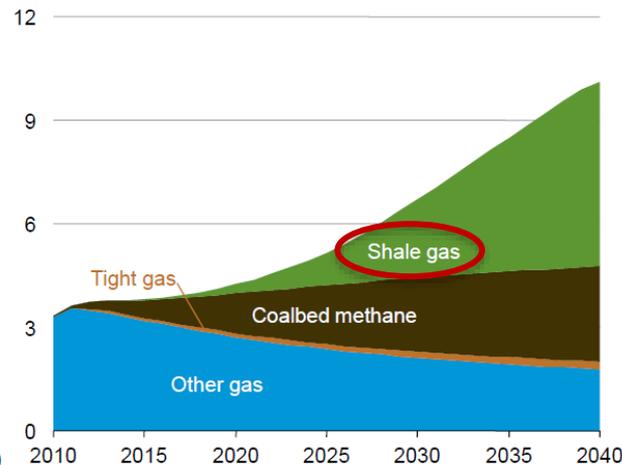
OECD Europe natural gas production, 1990-2040 (trillion cubic feet)



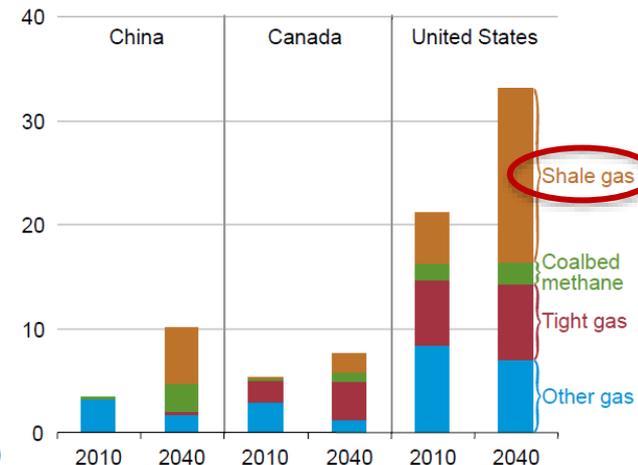
U.S. Natural gas production by source, 1990-2040 (trillion cubic feet)



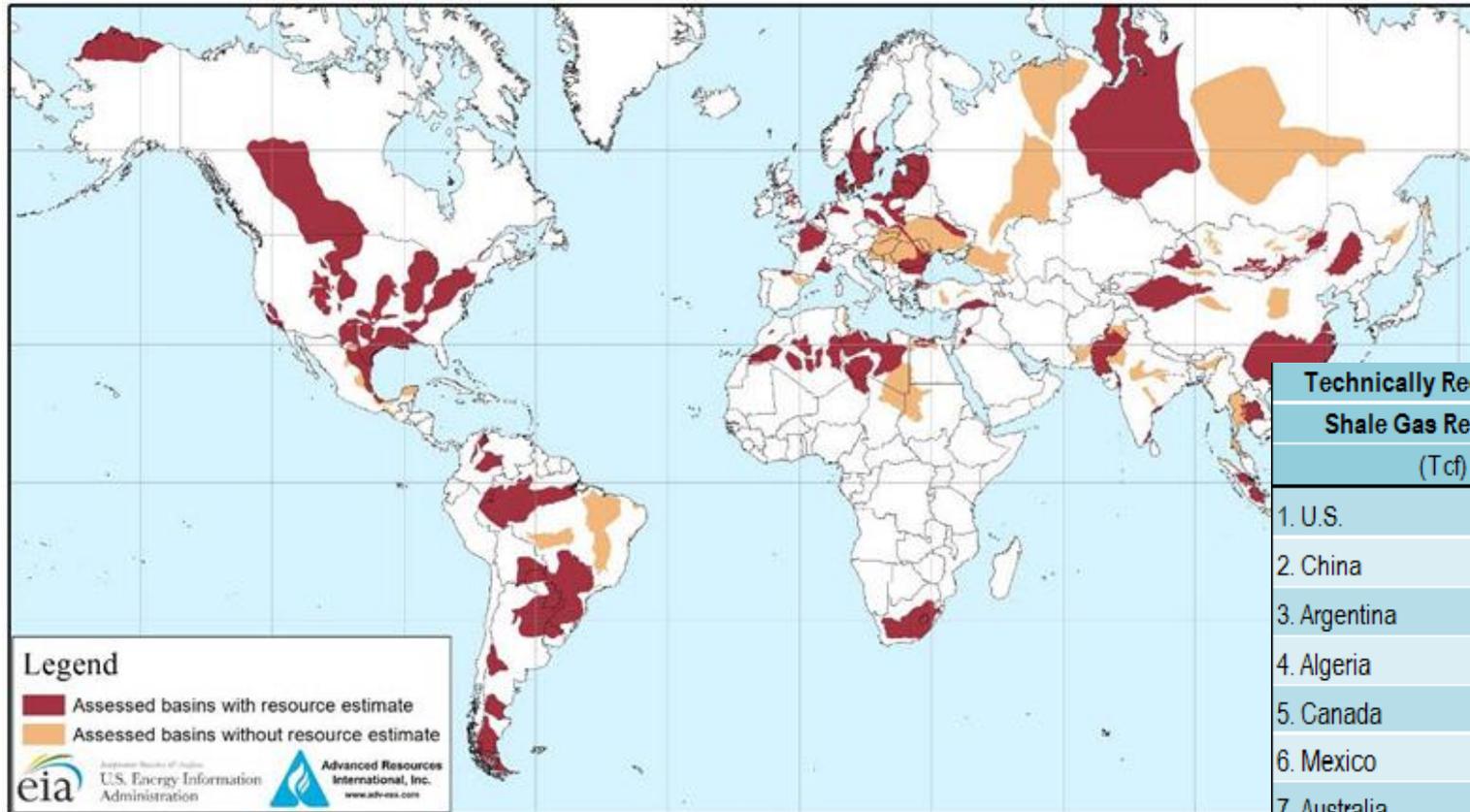
China natural gas production, 2010-2040 (trillion cubic feet)



Natural gas production in China, Canada, and the United States, 2010 and 2040 (trillion cubic feet)



## Mapa das Potenciais Bacias Portadoras de Shale



Technically Recoverable Shale Gas Resources (Tcf)		Trilhões de m <sup>3</sup>
1. U.S.	1,161	32,88
2. China	1,115	31,57
3. Argentina	802	22,71
4. Algeria	707	20,02
5. Canada	573	16,23
6. Mexico	545	15,43
7. Australia	437	12,37
8. South Africa	390	11,04
9. Russia	285	8,07
10. Brazil	245	6,94
11. Others	1,535	43,47
<b>TOTAL</b>	<b>7,795</b>	<b>220,73</b>

FONTE: DOE/EIA

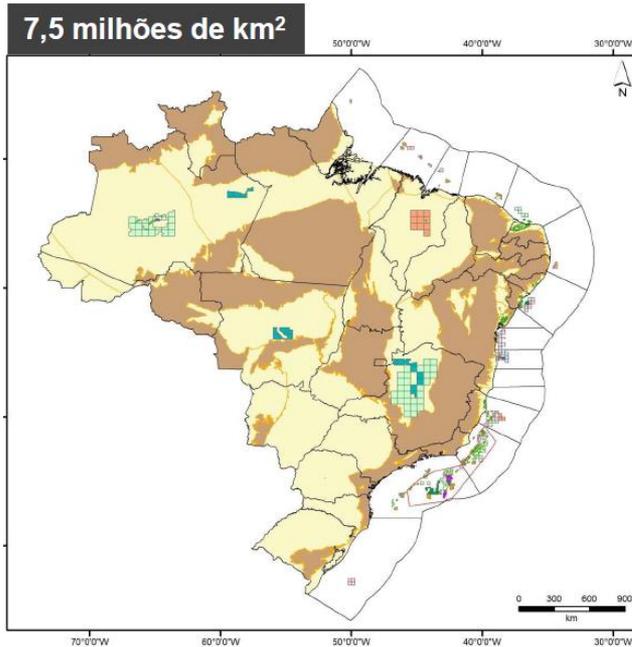
Brasil - Recursos tecnicamente recuperáveis de:

- ✓ 245 trilhões de pés cúbicos - Tcf (equivalente a 6,94 trilhões m<sup>3</sup>) de *shale gas*

## Brasil – Cenário Atual

**7,5 milhões km<sup>2</sup> em 38 Bacias Sedimentares, das quais 29 com interesse para petróleo e gás natural**

5,0 milhões km<sup>2</sup> em terra e 2,5 milhões km<sup>2</sup> em mar



### Reservas Provasdas

**Óleo: ~15,3 bilhões bbl**

**Gás: 30 ~459,3 bilhões m<sup>3</sup>**

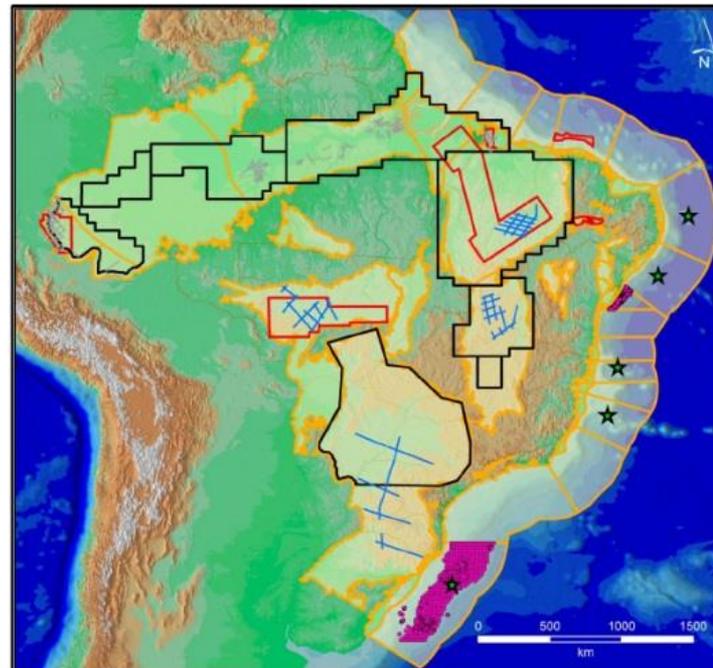
### Produção

**Óleo: ~ 2,2 milhões bbl/dia**

**Gás: ~ 70,7 milhões m<sup>3</sup>/dia**

## Plano Plurianual de Estudos de Geologia e Geofísica da ANP

A ANP tem como atribuição legal promover estudos e levantamentos geológicos, geofísicos e geoquímicos para elevar o conhecimento sobre o potencial petrolífero das bacias sedimentares brasileiras. O Plano Plurianual de Geologia e Geofísica da ANP identifica as bacias sedimentares a serem estudadas, os tipos de estudos mais adequados e planeja os investimentos.



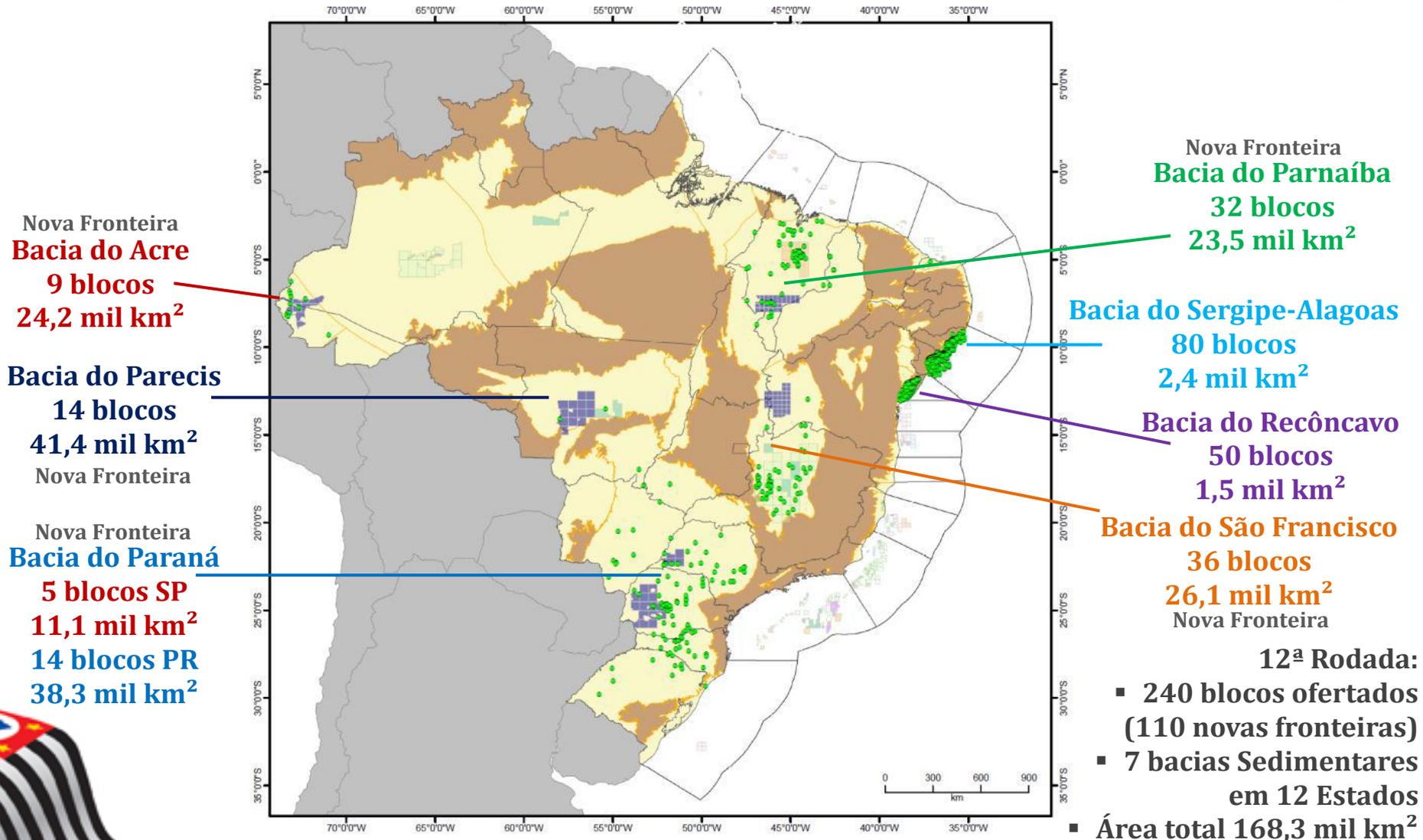
**21 projetos concluídos;**

**~ R\$ 500 milhões investidos**

**17 bacias investigadas**

- ★ Estudo de avaliação geológica ou de sistema petrolífero
- Processamento sísmico
- Levantamento sísmico
- Levantamento geoquímico marítimo (piston core)
- Levantamento geoquímico terrestre
- Areolevante gravimétrico e magnetométrico
- Bacias sedimentares brasileiras

## Mapa das Áreas Ofertadas na 12ª Rodada (Nov/13)



# 12ª Rodada de Licitações

## Diretrizes Ambientais

### Resolução CNPE nº 08/03

“Art. 2º. A Agência Nacional do Petróleo - ANP deverá, na implementação da política ..., observar as seguintes diretrizes:

...

V - selecionar áreas para licitação, adotando eventuais exclusões de áreas por restrições ambientais, sustentadas em manifestação conjunta da ANP, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e de Órgãos Ambientais Estaduais ...”

### Bacia do Paraná:

- PAR-T-218 → prox. zona de amortecimento do Parque Estadual Morro do Diabo
- PAR-T-198 e PAR-T-199 → prox. a zona de amortecimento do Parque Estadual do Rio do Peixe
- Todos os blocos ofertados na 12ª Rodada foram considerados aptos à atividade de Exploração e Produção (E&P) pelos órgãos ambientais estaduais;
- APPs, áreas alagadas, ZEEs, áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, podem determinar medidas de mitigação mais específicas

## 12ª Rodada de Licitações

### Exploração em Y

---

**Convencional** - Edital e Contrato semelhantes às rodadas anteriores

**Não convencional** – Anexo com Regras Especiais no Edital e no Contrato de Concessão

- ✓ Objetivo Estratigráfico Mínimo – Rocha geradora em algumas bacias  
(Bacia do Paraná: Formação Ponta Grossa – Devoniano);
- ✓ Objetivo Exploratório Mínimo – Atingidos pelos poços perfurados  
(Bacia do Paraná: Grupo Itararé – Permo-Carbonífero );
- ✓ Fase de Exploração – Extensão de prazo com atividades adicionais;
- ✓ Plano de Avaliação de Descoberta – Projeto Piloto;
- ✓ Experiência prévia do Operador / Serviço especializado;
- ✓ Área e devolução de blocos - Maior flexibilidade;
- ✓ Convivência das fases de exploração e produção;
- ✓ Requisitos de Meio Ambiente e Segurança Operacional:
  - Licenciamento ambiental – interação entre ANP e órgãos ambientais
  - Projeto de poços
  - Operações de fraturamento - *fracking*
  - Coleta, tratamento e descarte de água

## Bacia do Paraná – Cenário Atual

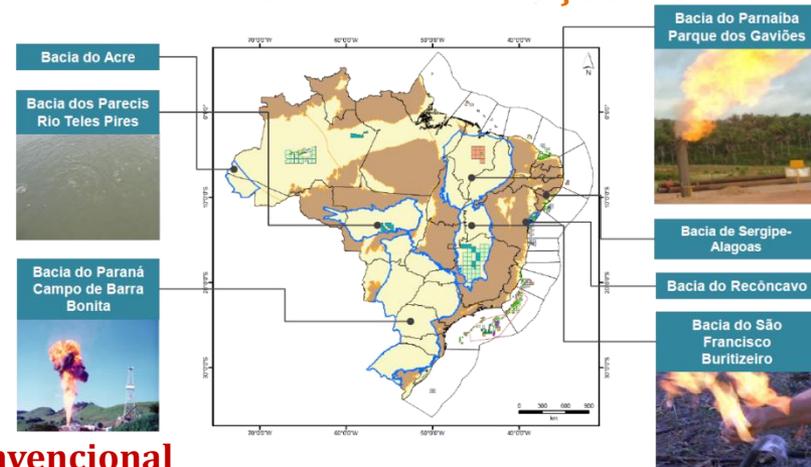
- ✓ Investimentos de R\$ 205 milhões em Levantamentos Sísmicos (~ 7.000 km lineares), contemplando a investigação de 4 bacias sedimentares (Parnaíba, Parecis, São Francisco e **Paraná**);
- ✓ Os investimentos sistemáticos na aquisição de dados geológicos e geofísicos permitiram à ANP a seleção de áreas exploratórias para dois leilões consecutivos em 2013 (R11 e R12);
- ✓ Realizados Aerolevantamentos Gravimétricos e Magnetométricos e 2.400 amostragens geoquímicas na parte norte da Bacia do Paraná;

## Bacia do Paraná

- ✓ Investimentos de R\$ 62 milhões na aquisição de ~2.100 km lineares de dados sísmicos 2D → Projeto concluído em Jan/2011;
- ✓ Já foram investidos R\$ 165 milhões, sendo que estão previstos mais R\$ 100 milhões para 2014/15;
- ✓ Estão em execução os seguintes projetos:
  - Levantamento Sísmico 2D (Vibroseis);
  - Levantamento Magnetotelúrico;
  - Processamento Sísmico.

**ANP espera acumulações de gás natural em trapas estruturais semelhantes ao Campo de Barra Bonita (Paraná) e Parque dos Gaviões (Parnaíba) → Gás Convencional**

## 12ª Rodada de Licitações

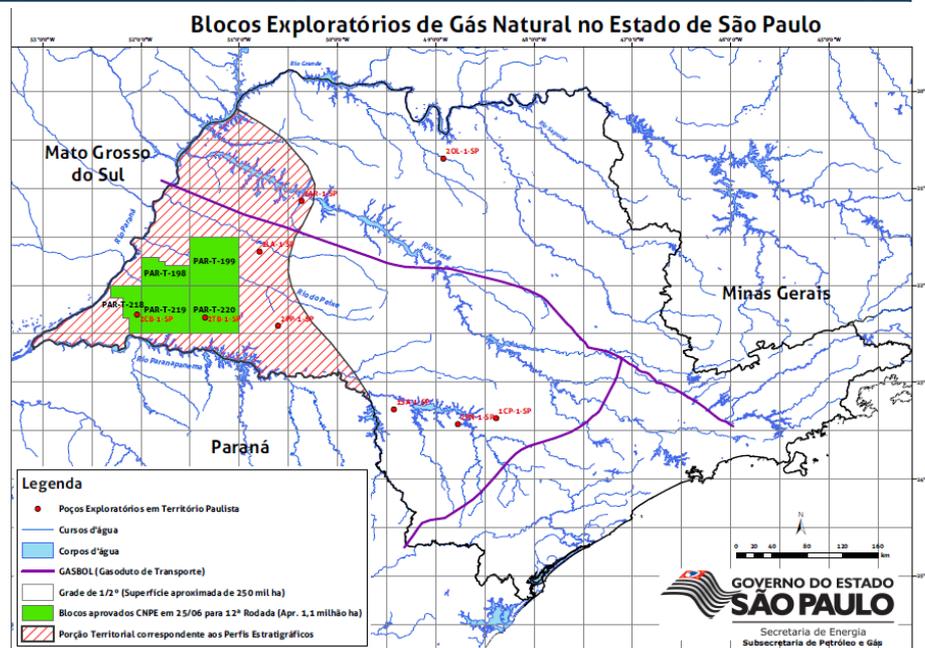


# Estado de São Paulo

## Potencial de Gas Convencional e Shale Gas

Nome do Setor	SPAR-CN (São Paulo)	SPAR-CS (Paraná)
Modelo Exploratório	Nova Fronteira	Nova Fronteira
Número de Blocos	5	14
Área em Oferta	11.101 km <sup>2</sup>	38.272 km <sup>2</sup>
Fase de Exploração	6 anos	6 anos
Período Exploratório	4 + 2 anos	4 + 2 anos
Qualificação Técnica do Operador	C	C
Bônus Mínimo	R\$ 168.297,52 – R\$ 612.498,16	R\$ 92.055,97 – R\$ 463.613,58
Objetivo Exploratório	Permo-Carbonífero (Gr. Itararé)	Permo-Carbonífero (Gr. Itararé)
Objetivo Estratigráfico	Devoniano (Fm. Ponta Grossa)	Devoniano (Fm. Ponta Grossa)

- ✓ Ocorrências de folhelhos betuminosos em superfície na Bacia do Paraná (Formações Ponta Grossa e Irati)
- ✓ Bacia do Paraná apresenta rochas profundas e com camada de basalto espessa
- ✓ 12<sup>a</sup> Rodada (28 de novembro de 2013)  
Incluídos 5 blocos na Bacia do Paraná, no Pontal do Paranapanema, com área total de 11,1 mil km<sup>2</sup>

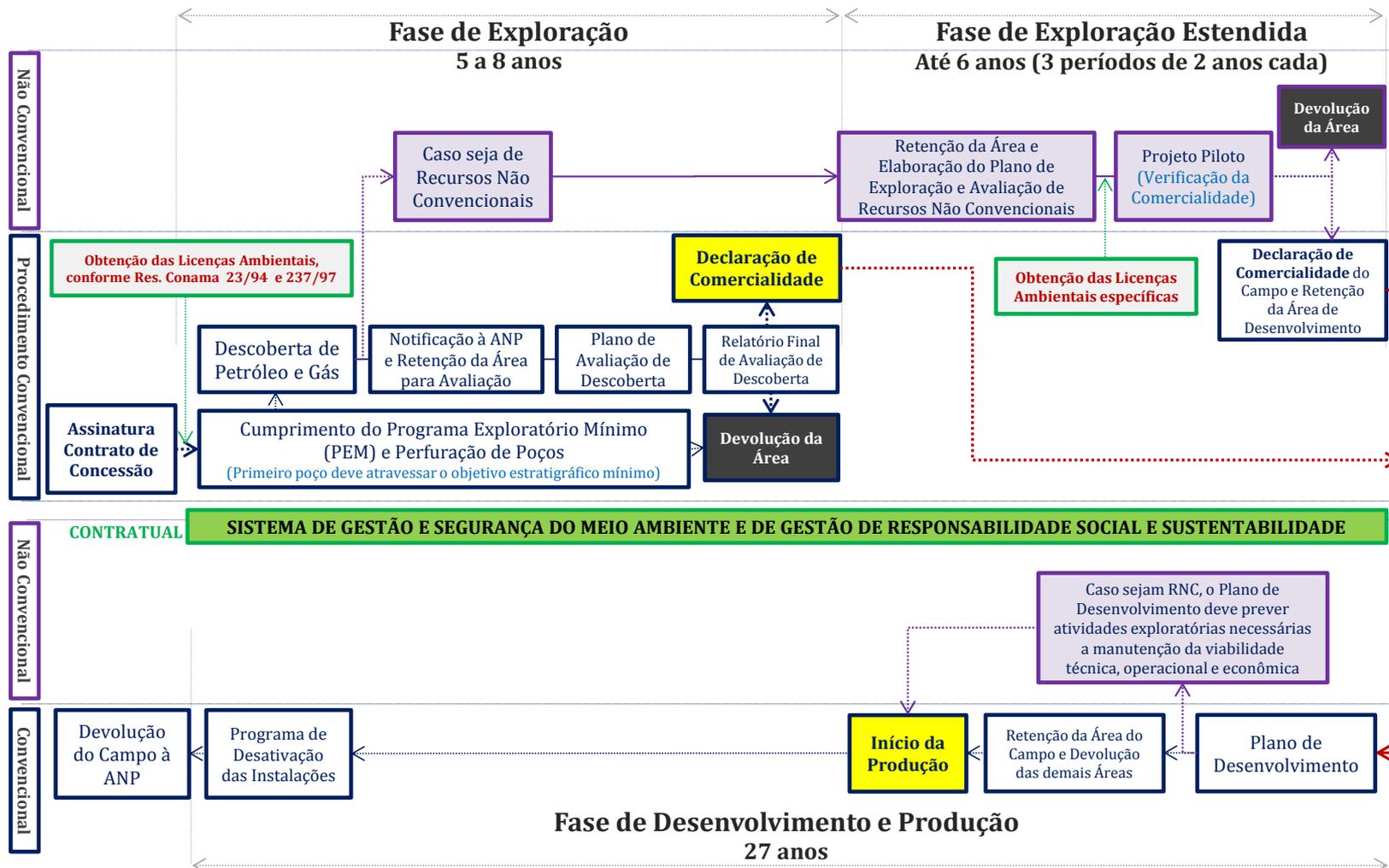


# Minuta de Resolução ANP Específica para o Fraturamento Hidráulico

Minuta da Resolução ANP que estabelece os critérios para a perfuração de poços seguida do emprego da técnica de Fraturamento Hidráulico Não Convencional



# Minuta de Resolução ANP (Fluxograma) Procedimento Convencional e Não Convencional



Bacia do Paraná → Objetivo Estratigráfico Mínimo é a Formação Ponta Grossa (3 a 5 km) e Objetivo Exploratório Mínimo é o Grupo Itararé (2 a 3 km de profundidade)  
O Plano de Exploração e Avaliação de Recursos Não Convencionais deverá conter no mínimo: (i) contexto geológico da Área de Concessão, (ii) cronograma anual das atividades discriminando levantamentos geológicos, geofísicos e geoquímicos, processamento de dados geofísicos, perfuração, avaliação e completção de poços, fraturamento hidráulico e estudos complementares, (iii) licenciamento ambiental e (iv) Relatório Final

## Recursos Não Convencionais

### Conclusões

---

- ✓ Combinação da perfuração horizontal com o fraturamento hidráulico também é utilizada no setor de óleo e gás convencional, apoiada pela mesma cadeia de fornecimento de máquinas e equipamentos de Exploração e Produção (E&P) *offshore*; Com exceções, os equipamentos e materiais empregados são os já amplamente utilizados pela Indústria de Petróleo e Gás Natural – IPGN;
- ✓ Grande parte dos equipamentos ainda é importada (os de maior complexidade) → espaço para inovação tecnológica;
- ✓ Existe capacitação na indústria brasileira para entrada na cadeia do gás não convencional;
- ✓ A ANP está desenvolvendo em conjunto com os órgãos ambientais diretrizes e procedimentos técnicos e ambientais específicos com vistas ao gerenciamento e monitoramento de riscos associados à exploração de recursos não convencionais;
- ✓ Há muitas incertezas no mundo acerca dos reais impactos ambientais → a pouca experiência no Brasil sugere acompanhar o caso de Minas Gerais na Bacia do São Francisco – Petra Energia (*tight gas*);
- ✓ **OPORTUNIDADE DE OFERTA A PREÇOS COMPETITIVOS - 12ª Rodada de Licitações de Blocos Exploratórios de Petróleo e Gás: Blocos na Bacia do Paraná com potencial de produção de gás em terra (*onshore*) → ANP espera acumulações de gás natural em trapas estruturais (gás convencional)**

---

# Obrigado!

**Ubirajara Sampaio de Campos**  
Subsecretário de Petróleo e Gás  
Secretaria de Energia do Estado de São Paulo

Rua Boa Vista, 162 – 13º Andar – São Paulo  
+55 11 2500-5320

[www.energia.sp.gov.br](http://www.energia.sp.gov.br)

[ucampos@sp.gov.br](mailto:ucampos@sp.gov.br)  
[cepg@energia.sp.gov.br](mailto:cepg@energia.sp.gov.br)