



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Geologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOICE DAISE DE SOUSA COSTA

GÁS NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL:
DIFICULDADES E OPORTUNIDADES

GEOCIÊNCIAS
U F P A

BELÉM - PA
JUNHO - 2017

JOICE DAISE DE SOUSA COSTA

GÁS NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL:
DIFICULDADES E OPORTUNIDADES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Geologia
do Instituto de Geociências da
Universidade Federal do Pará –
UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia. Orientador:
Prof.Dr. Estanislau Luczynki

Belém
2017

JOICE DAISE DE SOUSA COSTA

GÁS NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL:
DIFICULDADES E OPORTUNIDADES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Geologia
do Instituto de Geociências da
Universidade Federal do Pará –
UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito:

Banca examinadora:

Prof. Estanislau Luczynki - Orientador
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Francisco de Assis Matos de Abreu-
Membro
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho a Deus, meus pais Joentina e Dulcival, meu irmão Davis e meu amigo Rodrigo.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceber o dom da vida, e pela proteção ao longo dela.

Dedico este trabalho aos meus pais, Joventina e Dulcival, que sempre estiveram juntos a mim em todos os momentos da minha vida, fazendo o seu melhor e me ensinando os verdadeiros valores da vida. Agradeço também ao meu irmão Davis, que em meus momentos de dúvidas e incertezas sobre meu futuro profissional, me ajudou a escolher a graduação de geologia, acreditando sempre em meu potencial para exercer a profissão de geóloga.

Agradeço ao meu amigo e geólogo Rodrigo Santos, por estar comigo em boa parte da minha vida acadêmica, por todas as broncas recebidas e críticas construtivas que me ajudaram a fazer as melhores escolhas, por todos os momentos de descontração que tornaram essa fase da minha vida mais leve.

Agradeço ao Instituto de geociências e a Faculdade de Geologia, por todo apoio e suporte.

E por fim, agradeço imensamente ao professor Estanislau Luczynski, por aceitar me orientar neste trabalho, sempre com muita ética, paciência e dedicação.

“E guardemos a certeza pelas próprias dificuldades já superadas que não há mal que dure para sempre”.

Chico Xavier

RESUMO

Fatores tecnológicos e econômicos geraram uma revolução no setor petrolífero, a partir da exploração do shale gas (gás em folhelho). O sucesso dos Estados Unidos na exploração de suas reservas de gás natural fez com que os recursos não convencionais ganhassem maior importância, atraindo a atenção de muitos países, inclusive o Brasil. Este trabalho busca fazer a diferenciação entre os reservatórios de gás natural convencional e não convencional para, em seguida discutir as principais características destes tipos de reservatórios, dando ênfase aos reservatórios não convencionais, mostrando como são formados e a que tipo de rocha eles estão associados, além de falar sobre o método *fracking* (fraturamento hidráulico), utilizado para a exploração desses reservatórios. Posteriormente, mostra-se a atual situação do shale gas no Brasil, as principais bacias com potencial para exploração com base nos resultados da 12ª rodada de licitações, assim como as estimativas de reservas brasileiras. Ao final, o trabalho pretende mostrar a situação atual do gás não convencional no mercado brasileiro, avaliando os benefícios e as barreiras existentes para a exploração desse recurso, fazendo uma análise dos riscos ambientais e das condições necessárias para o aproveitamento desse recurso energético no Brasil.

ABSTRACT

Technological and economic factors generated a revolution in the oil sector with a successful exploration of shale gas. Exploitation had attracted the worldwide attention, including Brazil. Currently, because of unconventional resources USA is one of the most important oil producers. This work aims to study the role of unconventional resources in the context of Brazilian oil policy. Firstly, it must differentiate between conventional natural gas reservoirs from non-conventional ones. Secondly, it shows the main characteristics of reservoirs, with emphasis on non-conventional reservoirs, showing their formation and lithology. Thirdly, it presents exploration technique called *fracking method*, which is usual for such reservoirs. Fourthly, it explains the current situation of shale gas in Brazil after the 12th round, its main basins their potential and estimated reserves. Fifthly, the work ends showing the current situation of unconventional gas in the Brazilian market, benefits and barriers for the exploration and production, and an analysis of the environmental risks and what is necessary for an optimal exploitation of such energy resource in Brazil.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Principais reservas de gás natural provadas em terra segundo dados da Resenha Energética Brasileira 2014.....	27
--	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de reservatório de gás associado x gás não associado.....	13
Figura 2 – Rocha reservatório de arenito convencional x não convencional.....	15
Figura3 – Reservatório convencional x Reservatório não convencional.....	16
Figura 4- Modelo de diferenciação de um reservatório não convencional.....	18
Figura 5- Gás aprisionado em folhelho.....	19
Figura 6- Gás em reservatório de baixa permeabilidade.....	20
Figura 7- Gás em reservatório de baixa permeabilidade.....	20
Figura 8- Reservatório de metano em camada de carvão.....	22
Figura 9- Hidrato de metano.....	23
Figura 10- Principais reservas de gás não convencional no mundo.....	25
Figura 11- Balanço Energético Brasileiro BEN 2016.....	28
Figura 12- Perigos do Fraking.....	30
Figura 13- Papa Francisco em movimento contra o Fraking.....	31
Figura 14- Audiência publica realizada no Paraná contra o Fraking.....	31
Figura 15-Campanha não ao Fraking.....	32
Figura 16- Reservatório de Gás Natural Onshore no Brasil.....	34
Figura 17-A Bacia do Recôncavo baiano e seus blocos exploratórios.....	36
Figura 18-A Bacia do Parnaíba e seus blocos exploratórios.....	37
Figura 19- A Bacia do Paraná e seus blocos exploratórios.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Gás Natural na Matriz Energética Brasileira (2015).....	26
Gráfico 2- Gás Natural na Matriz Energética Brasileira (2014).....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	APRESENTAÇÃO.....	11
1.2	OBJETIVO GERAL.....	12
1.3	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
1.4	METODOLOGIA.....	12
2	RESERVATÓRIO DE GÁS NATURAL	13
2.1	ORIGEM DO GÁS NATURAL.....	13
2.1.1	Porosidade	14
2.1.2	Permeabilidade	14
2.1.3	Mobilidade	15
2.2	RESERVATÓRIO DE GAS NATURAL:CONVENCIONAL X NÃO CONVENCIONAL.....	15
2.3	RESERVATÓRIO DE GÁS NATURAL CONVENCIONAL.....	16
2.4	RESERVATÓRIO DE GÁS NATURAL NÃO CONVENCIONAL.....	17
2.4.1	Gás em folhelho (<i>shale gas</i>)	18
2.4.2	Gás em reservatórios profundos (<i>ultra deep gas</i>)	19
2.4.3	Gás em reservatório de baixa permeabilidade (<i>tight gas</i>)	20
2.4.4	Gás em zonas geopressurizadas (<i>geopressurized zone</i>)	21
2.4.5	Metano em camadas de carvão (<i>coalbed methane</i>)	21
2.4.6	Hidrato de metano	22
2.5	EXTRAÇÃO DO GÁS NÃO CONVENCIONAL.....	23
2.6	RESERVAS DE GÁS NÃO CONVENCIONAL.....	24
3	GÁS NATURAL NO BRASIL	25
3.1	PRODUÇÃO.....	27
3.2	INDUSTRIA.....	27
3.3	MEIO AMBIENTE.....	28
4	GÁS NATURAL NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL	33
4.1	A 12ª RODADA DE LICITAÇÕES.....	34
4.2	PRINCIPAIS BACIAS BRASILEIRAS COM POTENCIAL PARA O <i>SHALE GAS</i>	35
4.2.1	Bacia do Recôncavo Baiano	35
4.2.2	Bacia do Parnaíba	37

4.2.3	Bacia do Paraná	38
4.3	MORATÓRIA AMBIENTAL.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	39
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Com o crescimento da população mundial, a preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento de novas economias, faz-se necessário discutir a respeito de fontes alternativas de energia que abastecerão o mundo. Nessa circunstância, o gás não convencional apresenta-se como uma opção de recurso energético, pois substitui a gasolina e o diesel com maior vantagem em desempenho e emite menos poluentes em relação aos combustíveis tradicionais.

As descobertas, em diversos países, de grandes reservas de gás não convencional, com destaque para o gás em folhelho (shale gas), vem provocando a expectativa de relevantes mudanças no mercado mundial de energia. Países tradicionalmente não-consumidores de gás não convencional passaram a analisar a possibilidade de tornarem-se autossuficientes ou até mesmo exportadores do energético.

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), o Brasil possui uma das 10 maiores reservas de gás em folhelho, estimando-se seis Tm³ (trilhões de metros cúbicos) potencialmente recuperáveis. A produção desse novo recurso aumentará a autonomia energética e poderá atrair investimentos externos, aumentando as possibilidades de geração de mais empregos e renda, além de aumentar a oferta de combustíveis. A AIE ainda estima que até em 2020, a produção de gás não convencional no Brasil ganhará impulso para a sua exploração no país.

Com o intuito de atrair novos investimentos para a exploração desse gás a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), realizou no dia 28 de novembro de 2013 a 12^a Rodada de licitações, voltada para bacias terrestres paleozoicas com potencial para gás natural convencional e não convencional. Foi a primeira vez que um leilão teve como objetivo o gás não convencional. Houve a oferta de 240 blocos em 22 setores de 10 bacias sedimentares, num total de 125.126 km² localizados em 10 Estados brasileiros. Em terra foram oferecidos 7 blocos na Bacia do Amazonas e 22 na Bacia do Parnaíba, consideradas como novas fronteiras e com vocação para gás natural. Em bacias maduras, a oferta de 71 blocos na Bacia Potiguar e 85 na do Recôncavo, totalizando 185 blocos terrestres. Além destas bacias, a bacia do Paraná também tem a atenção dos reguladores e das operadoras. Com reservas de gás no folhelho negro da Formação Ponta Grossa estimadas em 81 TCF (EIA, 2013), essa bacia está próxima de centros urbano consumidores com usinas termelétricas e gasodutos.

O presente trabalho apresenta uma análise do contexto atual do mercado de gás não convencional no Brasil, que identifica a importância, as oportunidades e os desafios do mercado brasileiro frente à exploração de fontes não convencionais com destaque para o gás em folhelho. Desde já, tem-se em mente que a exploração de recursos não convencionais, além de diferir da convencional também é mais complexa e onerosa.

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar o cenário atual para o desenvolvimento e exploração de gás não convencional no Brasil. Toma-se como exemplo as bacias da 12^a e 13^a Rodadas da ANP.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Discutir os parâmetros geológicos que diferenciam recursos convencionais de gás natural daqueles considerados não-convencionais.
- Estudar o potencial das bacias da 12^a e 13^a Rodadas de Licitações e o impacto econômico de uma possível produção de gás não convencional e os reflexos sobre o setor industrial, incluindo a mineração.
- Apresentar os riscos ambientais decorrentes da exploração de gás natural não convencional.

1.4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado através de pesquisas bibliográficas a livros, artigos científicos e notícias sobre o gás não convencional no Brasil. Inicialmente realizou-se um levantamento e análise das publicações referentes ao objeto de estudo, tanto no aspecto de fundamentos quanto o objetivo geral do trabalho. Este levantamento consistiu na busca de informações sobre o gás não convencional no Brasil com foco para o *shale gas*, desde seu contexto histórico, aspectos geológicos, cenário atual e impactos relacionados.

2 RESERVATÓRIO DE GÁS NATURAL

O gás natural é um hidrocarboneto de origem fóssil utilizado como combustível. Sua origem não renovável lhe concede valor estratégico, assim como o petróleo, mas sem a flexibilidade do transporte do chamado ouro negro. Ele é encontrado em reservatórios similares aos de petróleo, podendo ou não estar associado ao mesmo (Figura 1). Os reservatórios são estruturas formadas por depósitos de matéria orgânica e sedimentos, e por isso ocorrem em bacias sedimentares. Reservatórios comuns no Brasil possuem estratigrafia caracterizada por sucessões de folhelho e arenito, sendo a última a rocha reservatório (THOMAS, 2001).

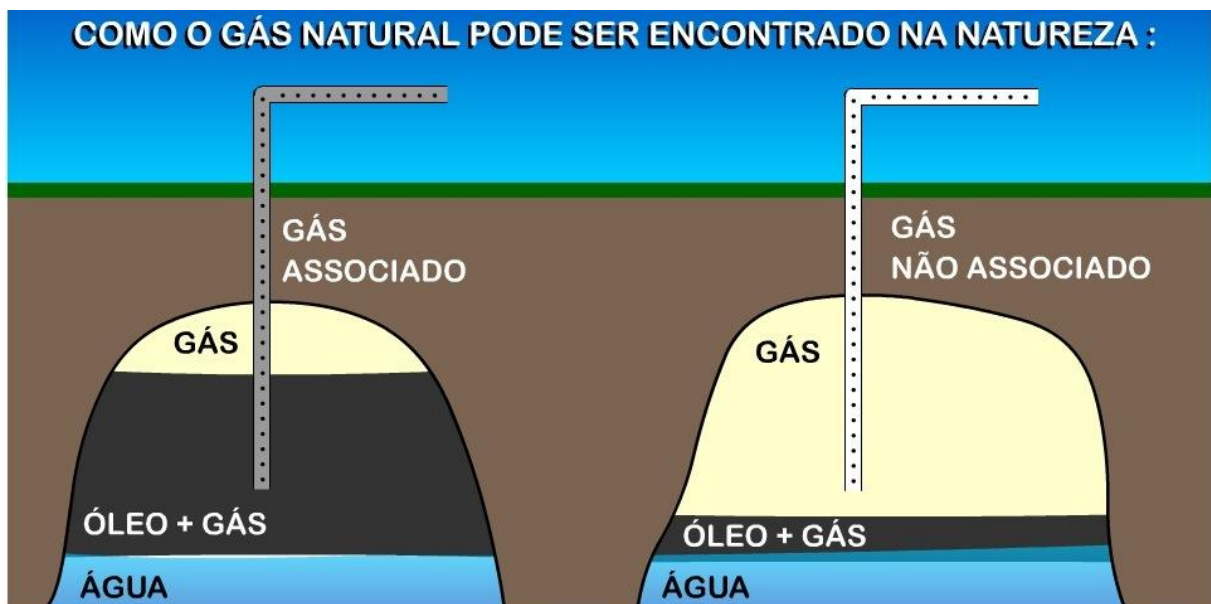


Figura 1: Modelo de reservatório de gás associado x Gás não associado. Fonte: <https://spec2000.net/17-tightgas.htm>

2.1 ORIGEM DO GÁS NATURAL

A origem do gás natural está diretamente ligada ao petróleo, pois trata-se da fase termal. Nada mais é do que o petróleo em estado gasoso que surge a partir da catagênese e passa a predominar na metagênese.

No entanto, dentro do ambiente geológico pode haver tendência a formar mais petróleo ou mais gás natural. O tipo de hidrocarboneto formado dependerá qual matéria orgânica foi originado e da intensidade dos processos termoquímicos atuantes nesta matéria. Quando derivado de fitoplâncton, há maior probabilidade de formar hidrocarboneto líquido

(petróleo), quando proveniente de plâncton a probabilidade é de formar hidrocarboneto gasoso (gás natural) (THOMAZ, 2004).

Ao analisar um reservatório é importante a observação de propriedades básicas, especialmente a porosidade, permeabilidade e mobilidade (THOMAZ, 2004) uma vez que os fatores geológicos como porosidade, permeabilidade e mobilidade podem contribuir para a formação tanto de um reservatório convencional quanto não convencional.

2.1.1 Porosidade

Porosidade trata-se dos espaços vazios no interior de uma formação rochosa, que permitem a absorção de fluídos no seu interior. A porosidade depende de alguns fatores como, arrumação e variação de tamanho dos grãos, além do grau de cimentação da rocha. A porosidade pode ser primária, quando da conversão do material sedimentar em rocha, e secundária, quando é resultante de esforços mecânicos ou que visem a modificação de sua estrutura original de poros, normalmente causada por movimentações sísmicas geológicas ou por fraturas artificiais.

Naturalmente há intercomunicação entre os poros, porém o nível de cimentação de uma formação pode tanto interconectar os poros como isola-los. À razão entre o volume de todos os poros existentes na rocha e o volume total dessa rocha denomina-se porosidade absoluta. À razão dada entre o volume dos poros interconectados e o volume total da rocha chamamos de porosidade efetiva. A porosidade efetiva é a mais importante no estudo de engenharia de reservatório, pois ela fornecerá os parâmetros de cálculos referentes ao volume máximo de fluídos que poderá ser extraído da formação rochosa (THOMAZ, 2004).

2.1.2 Permeabilidade

A permeabilidade trata-se da capacidade de interconexão dos poros, ou a capacidade de uma rocha permitir a percolação de fluidos em seus poros (Figura 2). A ausência de espaço entre os poros prejudica a interligação entre eles, comprometendo a percolação do fluído no interior da rocha. Quanto menor for o espaço entre os poros, menor será a permeabilidade da rocha. Por definição, a permeabilidade é designada pela letra (k) e a unidade usada para sua medição é o *darcy*. Quanto maior for o espaço poroso, maior a permeabilidade da rocha. Ela pode ser *absoluta*, quando existe somente um tipo de fluído no reservatório (situação ideal), *efetiva*, quando da presença de dois ou mais fluidos no interior de uma rocha sendo a medição da facilidade com que cada um desses fluidos se movem no seu interior. É função da

saturação de cada fluido no meio poroso, e *relativa*, que é a razão entre a permeabilidade efetiva e absoluta e constitui-se um parâmetro adimensional, variando de zero (inexistência de fluxo) a um (meio poroso 100%), (THOMAZ, 2004).

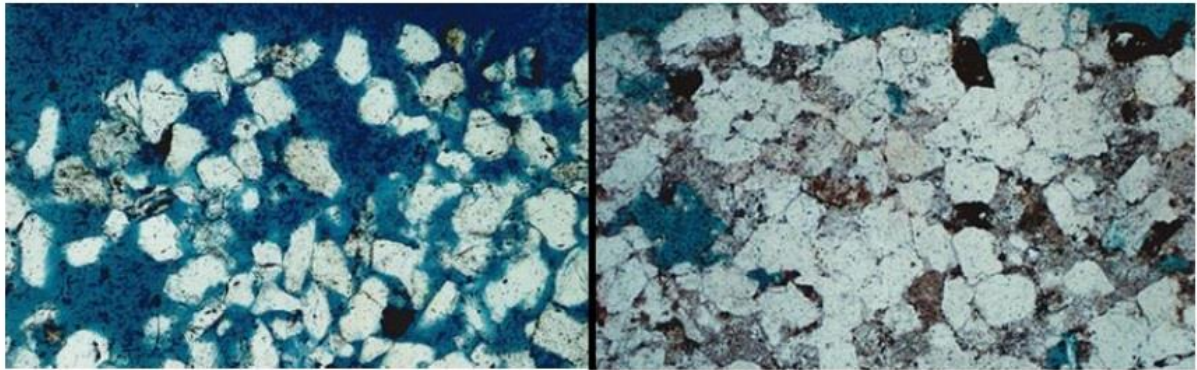


Figura 2: Reservatório de arenito convencional (esquerda) x Reservatório de gás não convencional (direita). Fonte : Adaptado de Naik, 2003.

2.1.3 Mobilidade

Mobilidade trata-se da capacidade do fluido se movimentar entre os poros da rocha (THOMAZ, 2004). A capacidade de percolação é inversamente proporcional a sua viscosidade, dado que sua medida é resultado da razão entre a permeabilidade efetiva de fluido e a sua viscosidade.

2.2 RESERVATÓRIO DE GÁS NATURAL: CONVENCIONAL X NÃO CONVENCIONAL

A principal diferença entre reservatórios convencionais e não convencionais está na fluidez do gás (Figura 3). Por serem mais permeáveis, os reservatórios de gás natural convencionais favorecem a percolação do fluido desde a rocha geradora até a rocha selante. Já o gás não convencional ocorre em reservatórios de baixa permeabilidade e geralmente encontra-se armazenado ao longo de extensas regiões geológicas. Sendo assim, a porosidade e permeabilidade da rocha reservatório são de fundamental importância, pois definem o nível de mobilidade da matéria orgânica entre os poros a facilidade ou dificuldade para a exploração dos recursos.

Dessa forma, a exploração do gás não convencional exige uma técnica de perfuração diferente daquela utilizada para o gás convencional na qual se faz necessário a criação de uma permeabilidade induzida que possibilite a retirada do hidrocarboneto da rocha fonte. Este

processo consiste em bombear, sob elevada pressão, um composto de água e areia junto com produtos químicos no poço, com finalidade de fraturar as formações de folhelho através de fendas abertas inicialmente por um instrumento chamado “perforating gun”, possibilitando a liberação do gás das formações sedimentares para o poço.

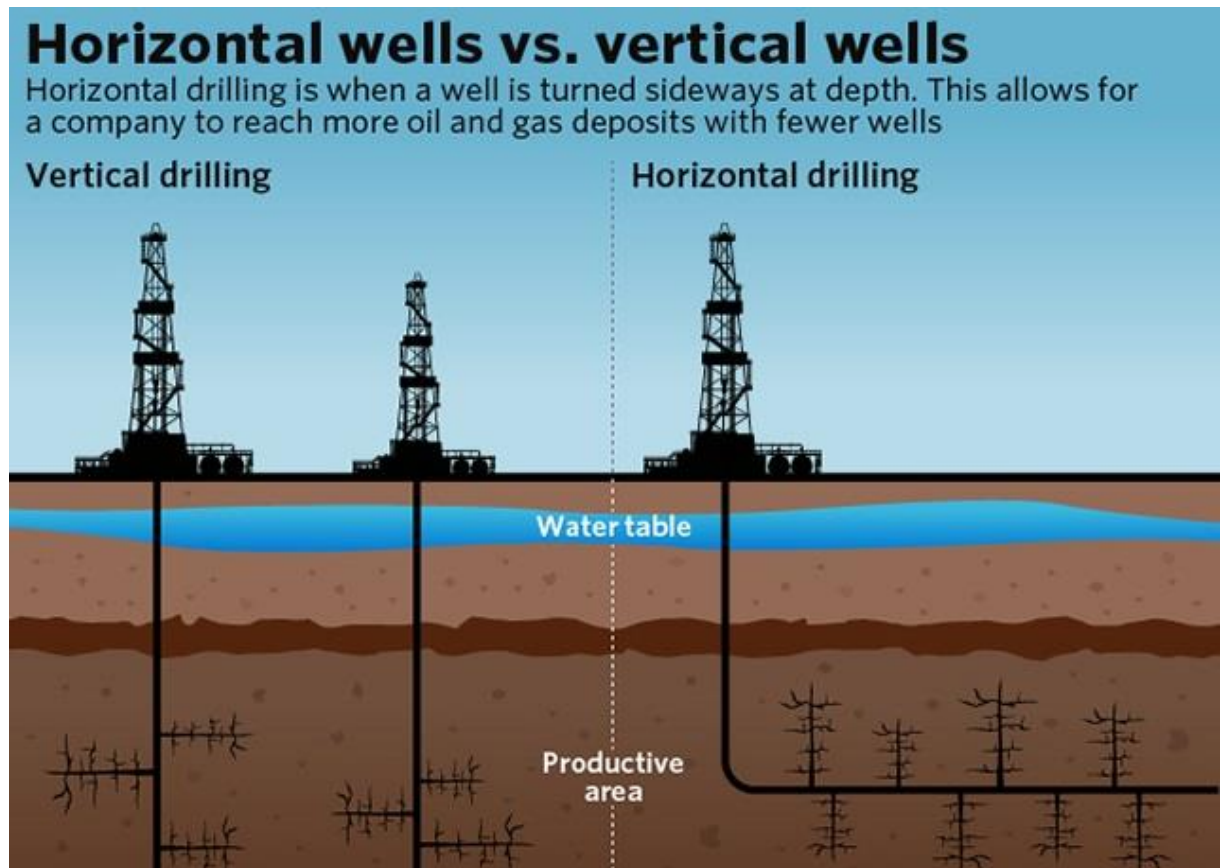


Figura 3 – Reservatório convencional X Reservatório não convencional. Fonte: www.comchoenergy.net

2.3 RESERVATÓRIOS DE GÁS NATURAL CONVENCIONAL

Reservatórios de gás natural convencional são aqueles em que a exploração do produto é economicamente em um dado momento econômico e tecnológico (BISAGGIO, ESTEVÃO e CONFORT, 2010).

Segundo ROSA, CARVALHO e XAVIER (2011), denomina-se de reservatório de gás convencional aqueles formados por rochas sedimentares clásticas e não clásticas, especialmente os arenitos e calcários, que apresentam boa porosidade e boa permeabilidade e contem fluidos de baixa a média viscosidade. Em geral, os hidrocarbonetos destes reservatórios são extraídos por processo de recuperação primária e secundária.

Em reservatórios convencionais, a rocha reservatório caracteriza-se por apresentar valores de porosidade e permeabilidade que favorecem o armazenamento de grande

quantidade de hidrocarbonetos. Normalmente as rochas geradoras não apresentam estas características, de tal forma que o hidrocarboneto gerado se move para uma rocha reservatório, que além das propriedades petrofísicas, apresenta parâmetros estruturais e estratigráficos propícios ao armazenamento dos hidrocarbonetos. Ainda com base nessa definição, há necessidade da existência de uma rocha selante em relação ao reservatório. Portanto, a ideia de reservatório convencional está associada ao conceito de armadilha de petróleo.

2.4 RESERVATÓRIOS DE GÁS NATURAL NÃO CONVENCIONAL

Os reservatórios de gás não convencional são formados por rochas com baixa porosidade e pouca permeabilidade, tornando o deslocamento dos fluídos mais lento e favorecendo o armazenamento dos hidrocarbonetos (figura 3).

O termo não convencional está associado com as peculiaridades do reservatório que tornam sua exploração mais onerosa ou até mesmo inviável, tornando o desenvolvimento mais complexo. O termo não convencional resulta da associação entre existência ou não da tecnologia de extração e da viabilidade econômica. Quando há tecnologia disponível e a produção é economicamente viável, o reservatório é visto como convencional. No entanto, quando, apesar da disponibilidade tecnológica, não há viabilidade econômica, o reservatório é visto como não convencional. O mesmo se diz quando há necessidade de desenvolvimento de uma tecnologia de exploração para um dado recurso. Portanto, um reservatório não convencional é uma situação temporária dentro do desenvolvimento exploratório, pois a tendência é se tornar convencional com a concordância entre viabilidade econômica e tecnológica. Uma outra maneira de fazer a distinção entre convencional e não convencional é quando se fala da permeabilidade. Os reservatórios não convencionais tem permeabilidade inferior a 10 mD, enquanto os convencionais ficam na faixa de 10 a 100 mD (mil darcies), (Figura 4).

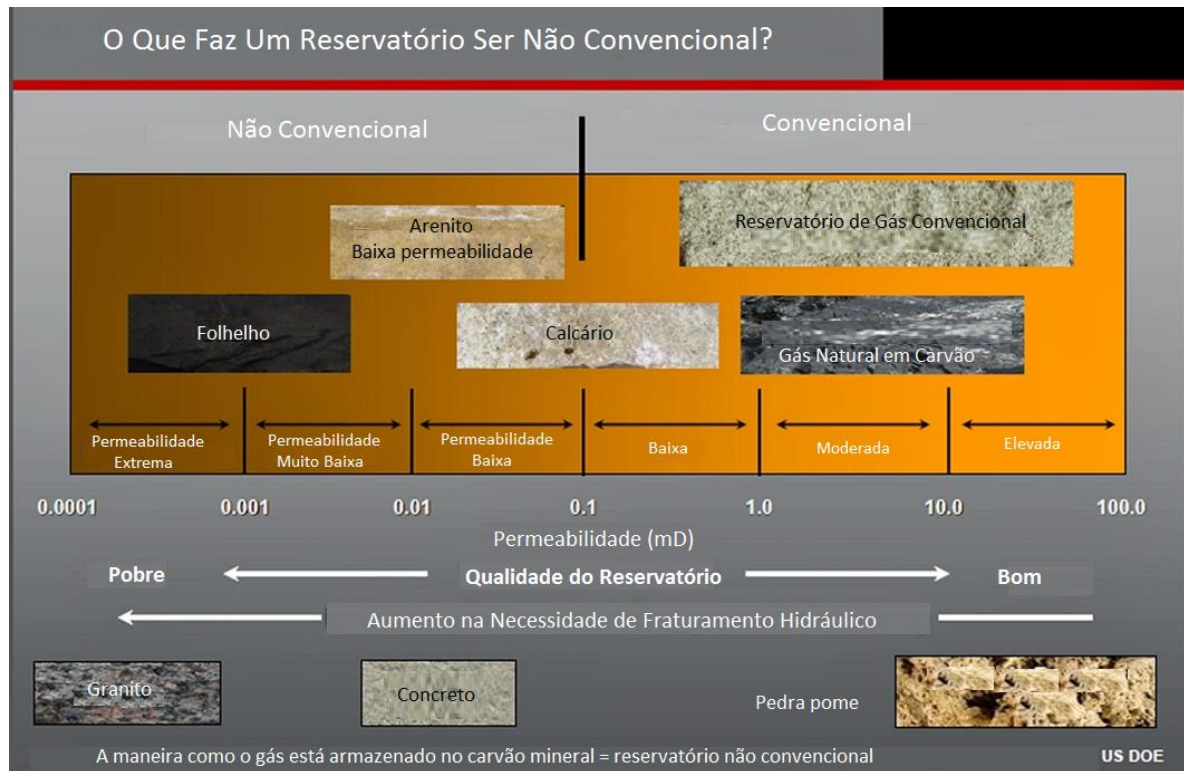


Figura 4: Modelo de diferenciação de um reservatório não convencional. Fonte: <http://www.geologypage.com>

Assim, com o progresso do conhecimento geológico e com a tecnologia disponível, os recursos que até então são denominados como não convencionais, podem se desenvolver ao ponto de se tornarem importante fonte de suprimento energético, a exemplo do que ocorre nos EUA e na China, tornando-se assim, convencionais, através de novos processos e evolução de novas técnicas (BISAGGIO, ESTEVÃO e CONFORT, 2010).

Os reservatórios não convencionais podem ser tanto de óleo quanto de gás, sendo os principais tipos de gás não convencional: Gás em folhelho (*shale gas*), Gás em reservatórios profundos (*ultra deep gas*), Gás alocado em reservatório de baixa permeabilidade (*tight gas*), Gás em zonas geopressurizadas (*geopressurized zones*), Gás em estratos (ou camadas) de carvão (*coalbed methane*) e Hidratos de gás metano. No entanto, segundo o foco desse trabalho, a ênfase é para Gás em folhelho.

2.4.1 Gás em Folhelho (*shale gas*)

Para efeitos de exploração de gás, o termo *shale* diz respeito a uma estrutura físsil e laminar encontrada em certas rochas (Figura 5). Também é um termo utilizado para fazer referência às rochas sedimentares detríticas de granulação fina, constituídas por silte e argila (GLORIOSO e RATTIA, 2012).

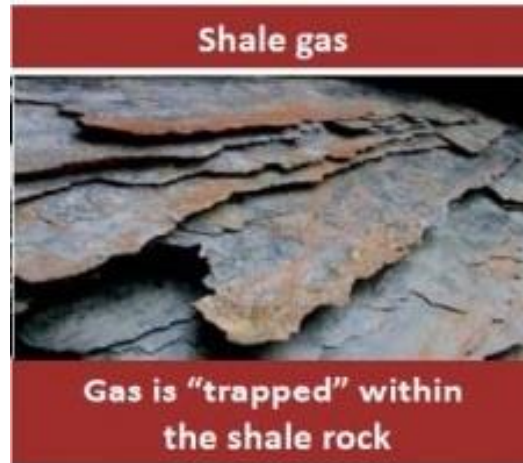


Figura 5: Gás aprisionado em folhelho. Fonte: <http://shalegas-europe.eu>

O folhelho (*shale*) é a rocha sedimentar mais abundante na Terra, ela é constituída por uma fração granulométrica de argila ou sítte, seus grãos são depositados por decantação em ambientes de baixa energia, ou seja, baixo nível de tração, formando camadas com laminações paralelas onde, eventualmente, podem armazenar gás no espaço entre elas. Em geral, os folhelhos são provenientes de ambientes marinhos ricos em clorita e argilas do grupo da illita, ou podem ser de água doce onde são enriquecidos com montmorilonita. A coloração varia do vermelho amarronzado ao preto, bem como sua composição, podem variar de acordo com as rochas com quem encontram-se associadas (SUGUIO, 2003).

É importante observar que a matéria orgânica deverá se armazenar sem sofrer oxidação, para que haja a formação de hidrocarbonetos. Portanto, um ambiente deposicional, com taxas mínimas de oxigênio (Oxygen Minimum Layer (OML)), é propício a deposição e preservação dos sedimentos ricos em matéria orgânica. Um folhelho gerador com grande potencial para ser considerado *shale gas*, apresenta algumas características específicas como grande quantidade de matéria orgânica, coloração escura a prata, Conteúdo Total Orgânico (COT) entre 1% a 10% ou mais, boa estratificação, baixa porosidade e baixa permeabilidade, e presença de pirita (SANTOS e CORADESQUI, 2013).

2.4.2 Gás em reservatórios profundos (*ultra deep gas*).

É o gás que ocorre em reservatórios em torno de ou além de 5 000 m. Para águas ultra profundas, considera-se aquele cuja ocorrência está abaixo dos 7500m (NATURALGAS.ORG, 2014).

É importante notar-se que esse tipo de reservatório está localizado em regiões profundas sob elevadas condições de temperatura e pressão, o que torna as atividades de exploração mais complexas. O *ultra deep gas* pode ocorrer tanto em reservatórios convencionais como não convencionais, sendo estes essencialmente grandes campos individuais, com dimensões por vezes superiores aquelas dos campos não convencionais.

2.4.3 Gás em reservatório de baixa permeabilidade (*tight gas*).

Reservatórios não convencionais em arenitos de baixa permeabilidade (Figuras 6 e 7 respectivamente), são caracterizados por apresentarem porosidade menor que 10 % e permeabilidade menor que 0.1 mD (Suárez, 2012) e embora o termo em inglês faça referência especificamente ao gás natural, esse reservatório acumula tanto petróleo quanto gás natural. Recomenda-se que seja adotado o termo *tight reservoir* quando não há especificidade.

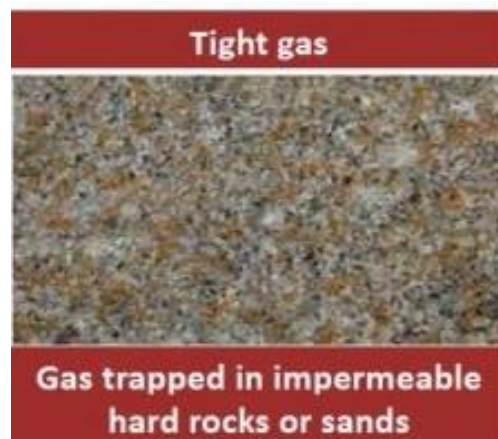


Figura 6: Gás em reservatório de baixa permeabilidade. Fonte: <http://shalegas-europe.eu>

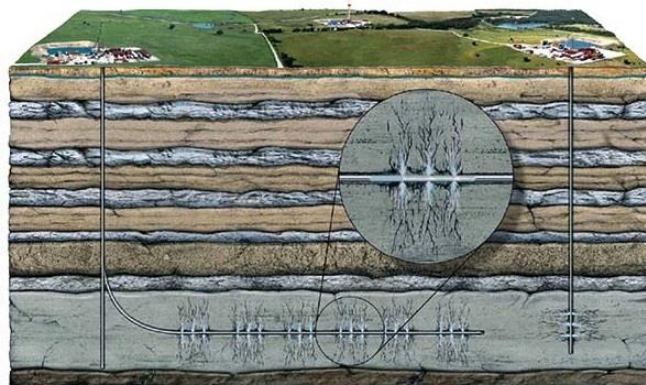


Figura 7: Gás em reservatório de baixa permeabilidade. Fonte: <http://www.geologypage.com>

As características petrográficas, alterações diagenéticas e configurações de poros são fatores que garantem os baixos valores de permeabilidade (Zou et al., 2013). Sendo um dos principais fatores, a petrografia deste reservatório caracteriza-se por sedimento mal selecionados que apresentam uma alta percentagem de minerais de feldspatos, raros cristais de quartzo, e um elevado teor de argila em sua composição (Min et al., 1998). Segundo o autor, todos os fatores citados atuando em conjunto, contribui para a compactação do sedimento resultando na diminuição de sua porosidade.

2.4.4 Gás em zonas geopressurizadas (*geopressurized zones*).

Zonas geopressurizadas são formações submetidas a elevadas pressões. Estas pressões são bem mais elevadas em relação a pressão esperada para sua profundidade. Isto ocorre devido a rápida deposição e compactação das camadas de argila sobre materiais porosos como o silte e a areia. Devido a argila ser comprimida rapidamente, a água e o gás natural presentes nela são expulsos para regiões de maior porosidade, dessa forma, o gás fica aprisionado nessas zonas sob pressões muito elevadas (BISAGGIO, ESTEVÃO e CONFORT, 2010). Geralmente as zonas geopressurizadas encontram-se em profundidades que variam de 3 000 a 7 600 m, o que torna a exploração econômica pouco atrativa no presente.

2.4.5 Metano em camadas de carvão (*coalbed methane*)

Este tipo de reservatório não convencional (Figura 8), apresenta camadas de carvão que atuam como rochas geradoras e rochas reservatório de gases cuja composição principal é metano (Santos & Coradesqui, 2013).

Esquema de produção de Gaseificação in Situ

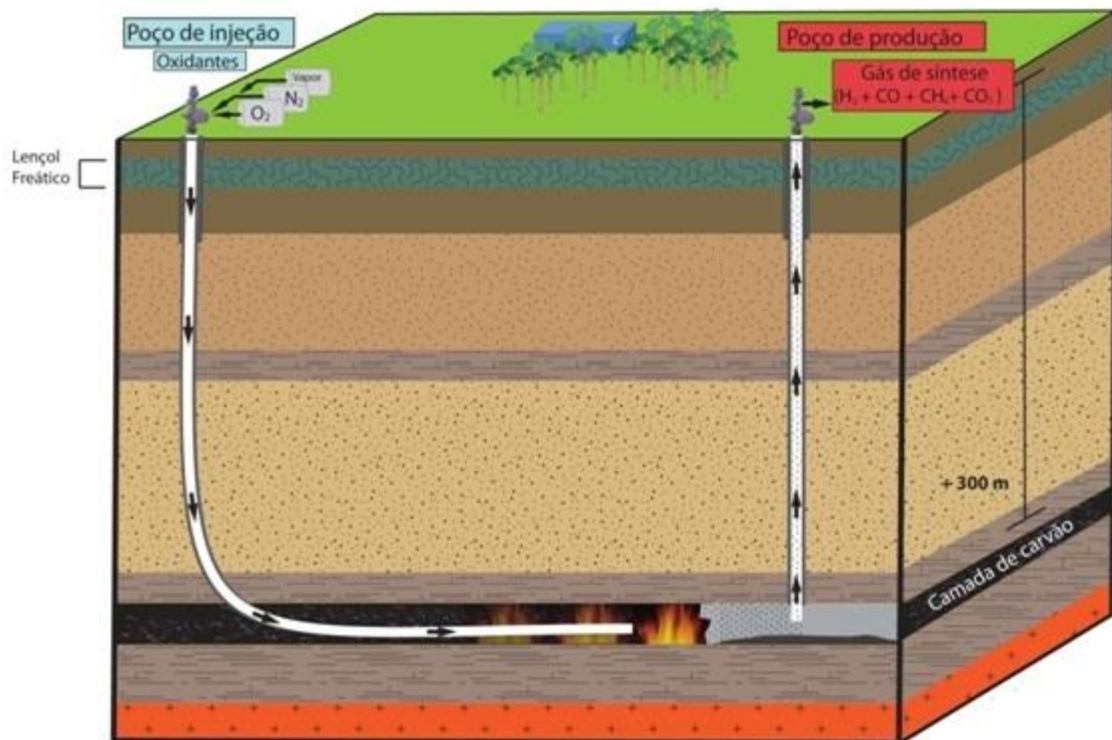


Figura 8: Reservatório de metano em camada de carvão.
 Fonte: http://www.pucrs.br/cepac/index_br.php?p=programas

O Carvão, formado em condições geológicas semelhantes à do gás natural e petróleo, também podem conter gás que permanece trapeado. Este gás permanecerá armazenado até o início da atividade de exploração mineral. Tempos atrás, o metano acumulado no carvão era liberado para a atmosfera, o que era algo bastante problemático no processo de mineração, pois elevadas concentrações do gás em minas representava uma ameaça à segurança dos trabalhadores. Atualmente o gás das camadas de carvão constitui uma fonte de gás não convencional (NATURALGAS.ORG, 2014).

2.4.6 Hidrato de metano

O gás procedente de hidratos normalmente é composto de metano, podendo-se encontrar também gases como etano e propano, aprisionados em hidratos. Em condições específicas, ao se solidificar, as moléculas de água podem reter moléculas de gás, gerando os hidratos (Figura 9). Dessa forma, as moléculas de hidrocarbonetos são retidas por estruturas do tipo “gaiola” que são formadas por moléculas de água.



Figura 9: Hidrato de metano .Fonte: <http://www.geologo.com.br>.

As condições de formação e estabilidade dos hidratos podem ser determinadas por três fatores que são: concentração do gás (metano), pressão e temperatura. Nesse sentido, a tendência dos hidrocarbonetos é serem gerados em locais onde há temperaturas relativamente baixas, pressões relativamente altas, e quantidade de água e gás considerável para formar hidrocarboneto.

De acordo com (Min et al., 1998). no Brasil, há muitas pesquisas sobre estas estruturas, porém são pesquisas voltadas para o desenvolvimento de inibidores de hidrocarbonetos de gás, tendo como objetivo evitar prejuízos causados pelo bloqueio dos dutos de óleo e gás. Apesar disso, há indicações da ocorrência de reservas no Brasil, além do registro da presença do composto na foz do Amazonas e na Bacia de Pelotas. Também há indícios de que sejam encontrados nas Bacias sedimentares de Espírito Santo, Campos e Cumuruxatiba (BA).

2.5 EXTRAÇÃO DO GÁS NÃO CONVENCIONAL

Nas fases iniciais de produtividade de um reservatório de petróleo, a produção dá-se devido à liberação de energia, uma vez que o fluido confinado sob pressão entra em deslocamento em direção à superfície quando ocorre o alívio de pressão. Esta fase é denominada de primária. Essa energia é oriunda de mecanismos de produção que agem nos reservatórios, como a Capa de Gás, Gás em Solução e Influxo de Água. Sendo que os dois primeiros são exclusivos de reservatórios de óleo e apenas o último pode ocorrer também nos reservatórios de gás (ROSA, CARVALHO e XAVIER, 2011).

Conforme a produção do poço, a energia primária vai se dissipando. Esta dissipação é consequente da descompressão dos fluídos do reservatório e da resistência que os mesmos encontram ao fluírem em direção aos poços de produção. Devido a essa dissipação, percebe-se a diminuição da pressão do reservatório durante seu período produtivo, o que consequentemente reduz a produtividade dos poços (ROSA, CARVALHO e XAVIER, 2011).

Com o intuito de minimizar os efeitos nocivos da dissipação de energia primária do reservatório e aumentar a produtividade dos poços, faz-se necessário utilizar técnicas que complementem a energia natural do reservatório. Essas técnicas são denominadas como Recuperação Avançada.

Em oposição, existe a técnica de faturamento hidráulico que permite a produtividade dos poços de gás não convencionais tornarem-se mais rentáveis economicamente.

2.6 RESERVAS DE GÁS NÃO CONVENCIONAL

As principais reservas de gás em folhelho (Figura 10), estão localizadas na China, seguida dos Estados Unidos, Argentina e Mexico. O Brasil encontra-se na décima colocação mundial de reservas tecnicamente recuperáveis de gás de folhelho (ANP, 2012). No que se refere à produção, os Estados Unidos saem em liderança, pois a utilização da técnica de faturamento hidráulico, a partir do início do século XXI, expandiu o mercado no país, causando uma queda significativa no preço do gás. O custo de exploração diminuiu em decorrência a maior acessibilidade do reservatório, e atualmente, o *shale gas* é responsável por mais de 20% do gás produzido nos EUA (SBPC, 2013).

RESERVAS DE GÁS NÃO CONVENCIONAL NO MUNDO

(em trilhões de pés cúbicos)

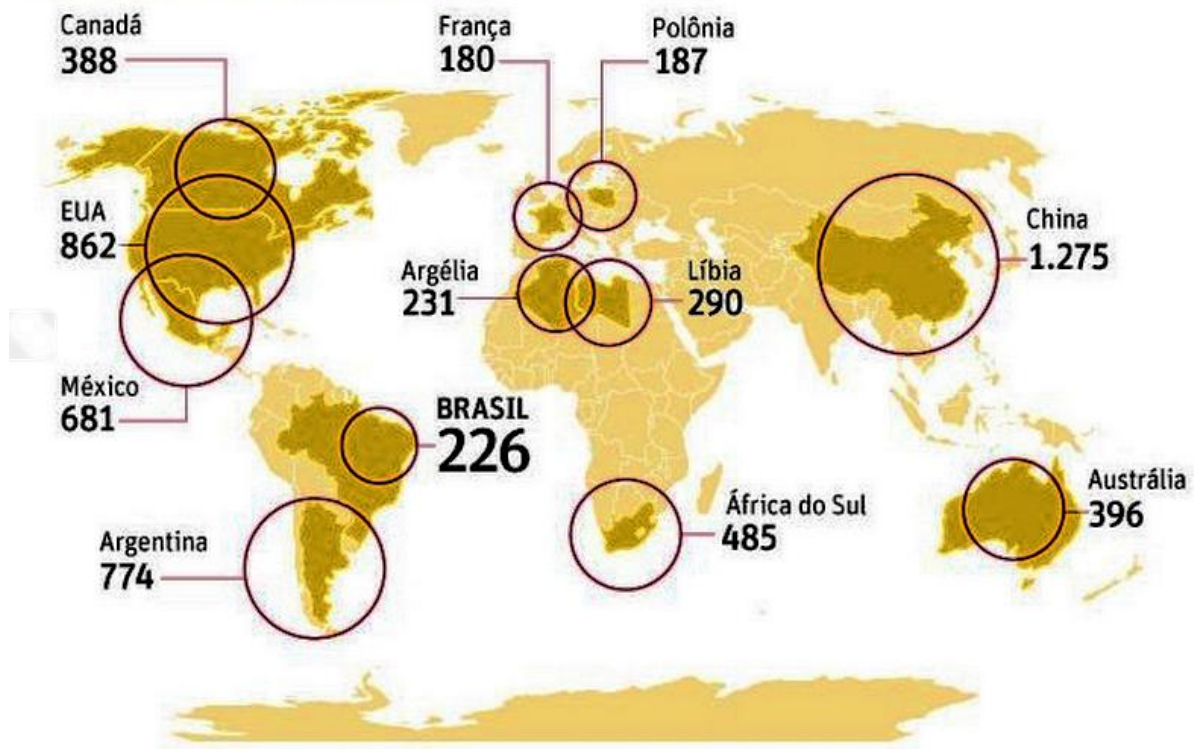


Figura 10: Principais reservas de gás não convencional no mundo. Fonte: EIA, s.d

3 GÁS NATURAL NO BRASIL

Com o modelo energético brasileiro focado na autossuficiência de energia por meio da construção de hidrelétricas e aumento da produção interna de petróleo, marginalizou por muito tempo o gás natural, que atualmente volta a ganhar destaque na matriz energética do país, como uma fonte de energia promissora e que surge como uma opção para o aumento da oferta de energia, tendo em vista o atraso de investimentos no setor elétrico que o país sofreu ao longo dos últimos 40 anos. Assim, o gás natural está se tornando um importante vetor na matriz energética, sendo utilizado para substituir os derivados líquidos do petróleo.

O gás natural vem ganhando espaço na matriz energética brasileira, principalmente por apresentar-se como um combustível de alta qualidade e menos poluente em relação a outros derivados do petróleo, o que lhe confere o título de “energia limpa” do futuro. Porém, sua participação de 7,2% (Gráfico 1) ainda é inferior ao de outros energéticos como óleo diesel e eletricidade que representam respectivamente 18,4% e 17,2 % do consumo final de energia por fonte.

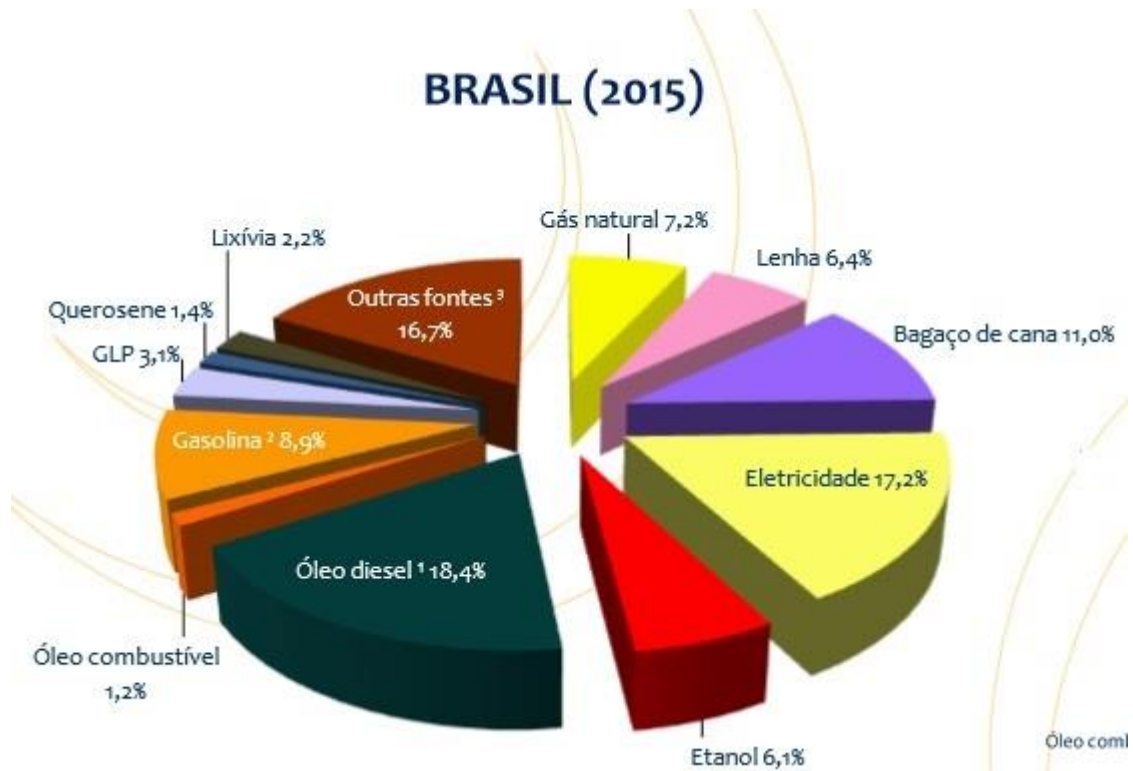


Gráfico 1 : Gás Natural na Matriz Energética Brasileira (2015)- Consumo final de energia por fonte. Fonte: BEN 2015.

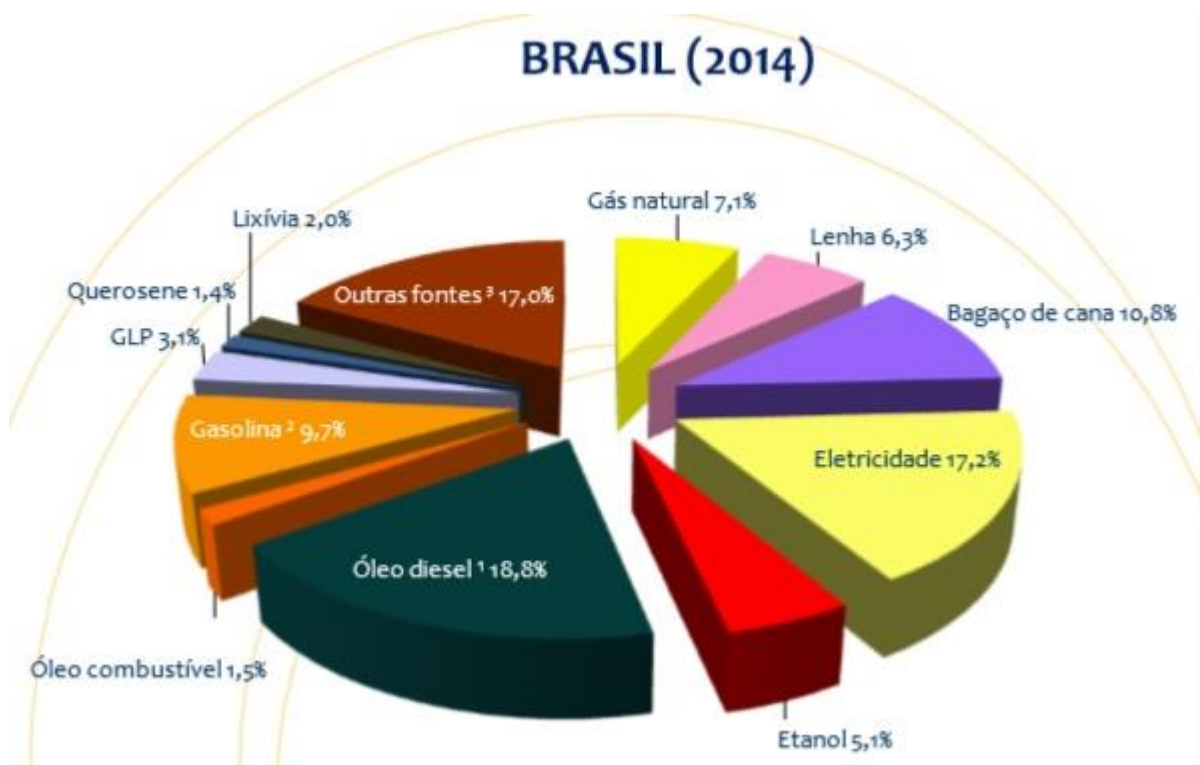


Gráfico 2: Matriz Energética Nacional (2014) – Consumo final de energia por fonte. Fonte: BEN 2014.

3.1 PRODUÇÃO

No Brasil, a produção de gás é definitivamente o foco da produção de reservatórios não convencionais. Mais especificamente, a ANP vem apostando na produção de shale gas (ou gás de folhelho). A Agência Internacional de Energia (EIA), estima haver reservas potenciais desse tipo de gás de 124 trilhões de pés cúbicos (TCF) na Bacia de Parecis, 64 TCF na Bacia do Parnaíba e 20 TCF na Bacia do Recôncavo. O tamanho das reservas indica ,um enorme potencial, capaz de alterar a matriz energética brasileira.

Segundo dados da Resenha Energética 2014, o Amazonas apresenta as maiores reservas provadas de gás natural em terra, avaliadas em 52,4 bilhões de m³ e 73,5%, em seguida está o Estado do Maranhão com 7,8 bilhões de m³ e 10,9% e a Bahia, com 5,59 bilhões de m³ e 7,8%.

PRINCIPAIS RESERVAS DE GÁS NATURAL PROVADAS EM TERRA

BACIA	ESTADO	Bilhões de m ³
Acre	Amazonas	52,4
Parnaíba	Maranhão	7,8
Reconcavo	Bahia	5,59
TOTAL		65,79

Tabela 1: Principais reservas de gás natural provadas em terra segundo dados da Resenha Energética Brasileira 2014. Fonte: ANP,2013.

3.2 INDÚSTRIA

A atividade industrial é o mercado preferencial para o gás natural. Segundo dados do Balanço Energético Brasileiro BEN 2016 (Figura 11), a indústria é a principal consumidora de energia no Brasil, dessa forma, o gás natural pode ser utilizado como combustível para o fornecimento de calor, geração de eletricidade e força motriz, como matéria-prima nos setores químicos e petroquímicos (plásticos, tintas, fibras sintéticas e borracha), fertilizantes (transformado em ureia, amônia e derivados), e como redutor siderúrgico na fabricação de aço.

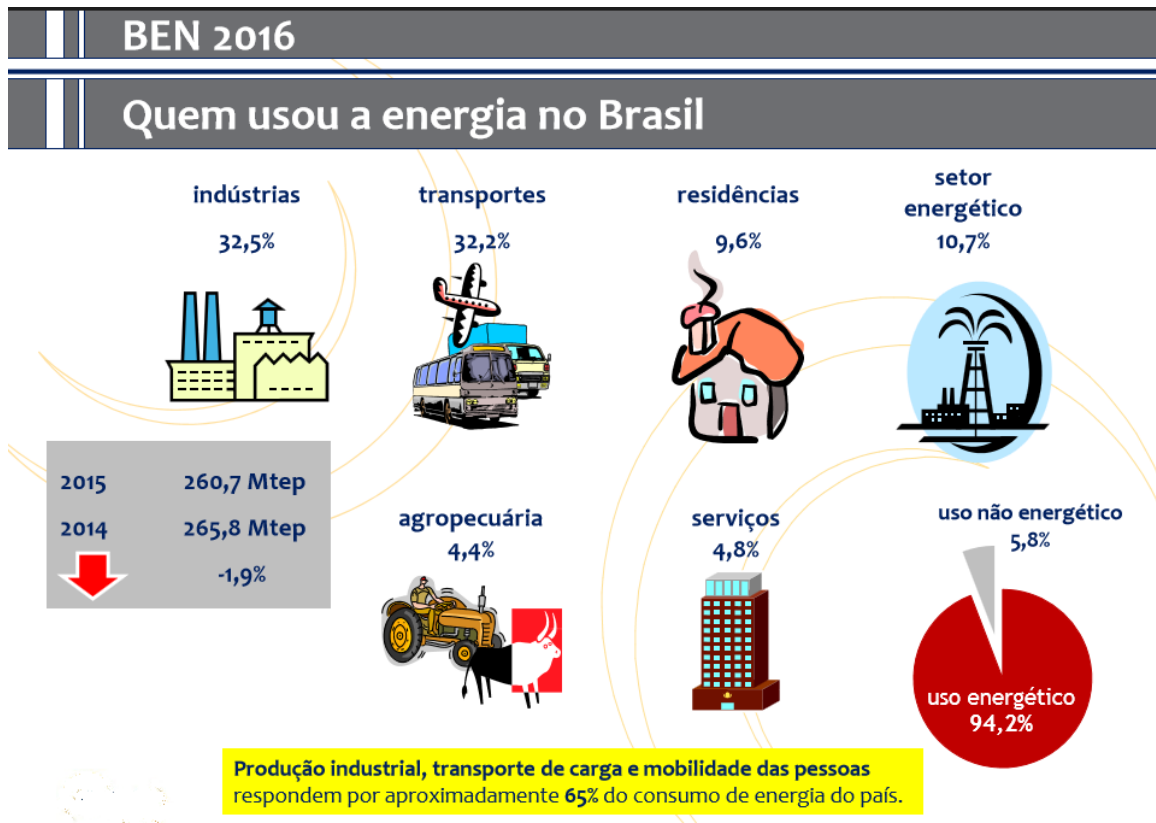


Figura 11: Balanço Energético Brasileiro BEN 2016.

Sendo um produto tão versátil, o gás natural também pode ser utilizado no setor de transportes, substituindo com grande eficiência derivados do petróleo como gasolina e óleo diesel, tendo como vantagem ser menos poluente que os demais derivados do petróleo.

3.3 MEIO AMBIENTE

A preocupação com o meio ambiente e a busca por soluções para minimizar os impactos ambientais são temas constantes no cenário mundial. Relatórios de instituições como Organização das Nações Unidas (ONU), mostram o quanto a ação antrópica vem influenciando negativamente na mudança do clima no planeta. Dentre os principais responsáveis pelas mudanças climáticas mundial destaca-se o uso de combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão, que ao entrarem em combustão liberam gases tóxicos como o dióxido de carbono (CO₂) que contribui para a destruição da camada de ozônio, dióxido de enxofre (SO₂) responsável pelas chuvas ácidas e óxidos de nitrogênio (NO_x) responsável por problemas de saúde pública, como a formação de *smog* fotoquímico, além da formação de material particulado, que além de causar problemas a saúde também gera poluição visual.

A combustão fóssil, em processos diferentes, contribui de forma distinta para a ocorrência das questões citadas anteriormente, de forma que existem alguns combustíveis

fósseis com maiores níveis de emissões, ou seja, que causam mais poluição, e outros considerados mais limpos, que causam menos poluição. Neste contexto o gás natural apresenta vantagem significativa em relação aos demais combustíveis fósseis pois reduz as emissões de CO₂ em 35 a 39%, em comparação a óleos combustíveis, e em 59% se comparado ao carvão (USEPA, 2001). Além do menor impacto sobre o efeito estufa, o gás natural apresenta outras vantagens em comparação a outros combustíveis fósseis como: menor emissão de dióxidos de enxofre (quando relacionado à ocorrência de chuvas ácidas) e material particulado (desde que o uso se dê em equipamentos adequados à queima).

Se comparado com a energia hidrelétrica, pode-se concluir que a exploração do gás natural causa menos impactos ambientais e sociais, pois não causa alagamento de florestas e de áreas produtivas, não tendo como consequência o deslocamento da população como acontece comumente para a instalação das usinas hidrelétricas. Em comparação com as emissões das usinas nucleares, o gás natural apresenta maior emissão de poluentes, contudo, a energia nuclear envolve a geração de resíduos radioativos perigosos, além do risco de acidentes nucleares.

Contudo, apesar das vantagens ambientais em relação a utilização do gás natural, a exploração do gás natural não convencional ainda gera polemias. As experiências negativas relacionadas a exploração do gás não convencional na Europa e América do Norte gerou dúvidas e contradições relacionadas a exploração desse recurso energético no Brasil. Para a exploração do gás natural não convencional, utiliza-se a técnica denominada de *fracking* ou faturamento hidráulico, que consiste na injeção, por meio de tubulação, de um grande volume de água misturado com areia e produtos químicos carcinogênicos como urânio, mercúrio e ácido hidrocloreídrico. Caso haja vazamento dessa água utilizada para o faturamento, pode gerar problemas ambientais irreversíveis como a contaminação de rios, lençol freático, solo, etc. (Figura 12).

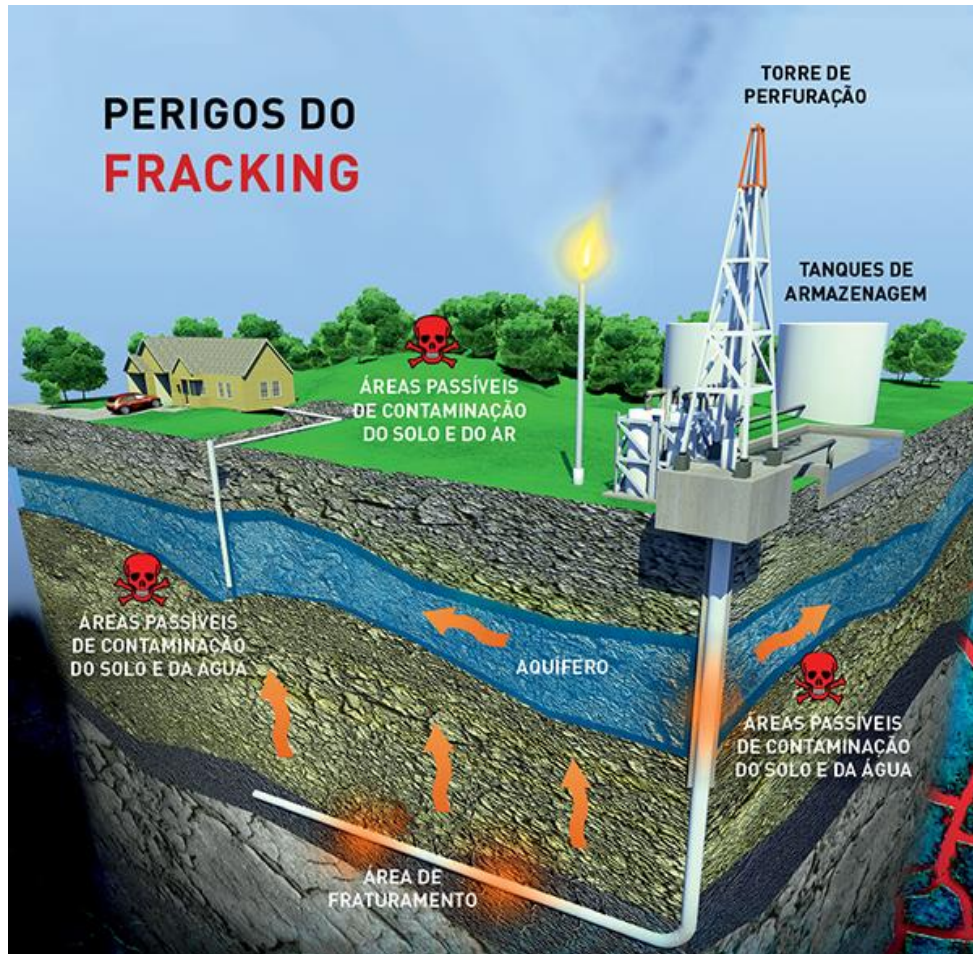


Figura 12: Perigos do Fracking. Fonte: Revista Ecológico, Edição 96.

Com o intuito de impedir a exploração do gás não convencional pela técnica de *fracking* e evitar possíveis danos ambientais, foi criada a Coalização Não Fracking Brasil, formada por ambientalistas, engenheiros, geólogos, hidrólogos, biólogos e gestores públicos, que realizam diversas campanhas e audiências públicas contra o fraturamento hidráulico no país (Figuras 13 e 14).



Figura 13: Papa Francisco em movimento contra o Fracking. Fonte: Revista Ecológico, Edição 96.



Figura 14: Audiência pública realizada no Paraná contra o Fracking no Brasil. Fonte: : Revista Ecológico, Edição 96.

Estas campanhas tem como objetivo impedir a pratica de exploração de gás não convencional pela técnica de faturamento hidráulico no Brasil. Através de campanhas e audiências públicas a Coalização Não Fracking Brasil mostra a sociedade e aos gestores públicos as consequências que um vazamento no processo de exploração pode causar a sociedade e ao meio ambiente, como a contaminação da água, infertilidade do solo, contaminação de pessoas , animais e alimentos, dentre outras consequências, (figura 15).

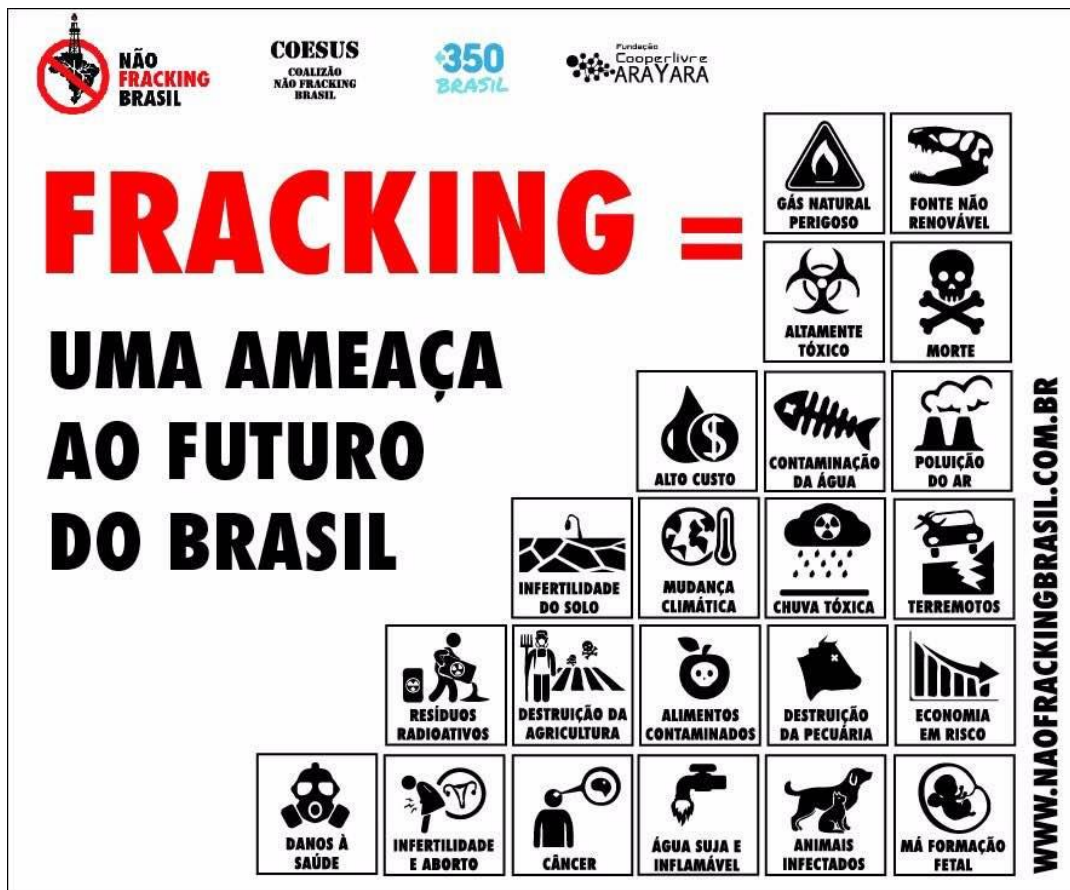


Figura 15- Campanha não ao Fracking. Fonte: www.naofrackingbrasil.com.br

Apesar de todo o temor causados por más experiências da utilização da técnica do *fracking*, a tecnologia na exploração do gás não convencional vem evoluindo para tornar essa técnica cada vez mais segura e menos poluente. Processos como o tratamento e reaproveitamento da água e poços com revestimentos mais seguros, tornam a técnica do *fracking* mais segura para o meio ambiente. As empresas estão pesquisando maneiras de eliminar por completo a utilização da água para fraturar as rochas, fazendo experiências com gel de propano e ar comprimido. Porém, abandonar por completo o uso dos líquidos é algo

que ainda deve demorar vários anos, isso caso as primeiras experiências de laboratório forem bem sucedidas na prática em campo.

Assim, com o avanço das tecnologias atualmente disponíveis, o gás natural pode ser considerado o combustível fóssil menos poluente, em termos globais, tem despertado como uma excelente alternativa de energia, face à necessidade de reduzir os problemas relacionados à queima de combustíveis fósseis, enquanto contribui para suprir a energia necessária ao desenvolvimento econômico, e além das vantagens ambientais, a escolha por este energético traz vantagens como segurança no uso devido ponto de fulgor ($-187\text{ }^{\circ}\text{C}$ e auto ignição $482\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $632\text{ }^{\circ}\text{C}$) e densidade inferior à do ar, rendimento térmico (8.362 a 10.273 kcal/m^3 a 1 atm e $20\text{ }^{\circ}\text{C}$), controle e regulagem simples da combustão e menor necessidade de manutenção nos equipamentos, com aumento da vida útil além dos espaços para estocagem que são minimizados.

4 GÁS NATURAL NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL

De acordo com a EIA (2012), o Brasil está na décima posição entre os países detentores das maiores reservas tecnicamente recuperáveis de gás de folhelho no mundo. Estas reservas provadas que se somadas comportam aproximadamente um volume total de 6.4 trilhões de metros cúbicos (Tcm). Segundo estudos da ANP, essas reservas são todas *onshore* (Figura 16), e localizam-se nas Bacias de do Parnaíba, do Parecis, do São Francisco, Paraná e Recôncavo Baiano. (BNDES, 2014).

GÁS NATURAL *ONSHORE*



Figura 16: Reserva de Gás Natural onshore no Brasil. Fonte :ANP.

Mesmo estando entre os 10 países com maiores reservas de gás não convencional, o Brasil ainda está em um estágio inicial de exploração e produção. Dentre os motivos que prejudicam a atividade de exploração de gás não convencional no país está a ausência de uma resolução disciplinar, fato que prejudica a produção nas bacias brasileiras, devido aos possíveis riscos ambientais associados a exploração deste recurso energético (OLIEIRA,2014).

4.1 A 12ª RODADA DE LICITAÇÕES

A 12ª rodada de licitações foi realizada no dia 28 de novembro de 2013 na cidade do Rio de Janeiro, seu foco foi em áreas de gás natural em terra, sendo a primeira vez a ofertar oportunidade de exploração de gás não convencional.

As 12 empresas que apresentaram ofertas saíram vencedoras, dentre elas 4 brasileiras e 8 estrangeiras. Elas foram responsáveis por arrematar 72 blocos. No total, foram arrecadados nessa rodada cerca de R\$ 165 milhões de Bônus de Assinatura, pertencendo ao bloco REC-T-89, localizado na Bacia do Recôncavo, o maior valor pago da rodada: R\$ 15.147.190 desembolsados pela Petrobras, que o arrematou sem parcerias. A somatória do Programa Exploratório Mínimo (PEM) atingiu 129,761 Unidades de Trabalhos (UTs), o que pode estimar investimentos de R\$ 503.525.800. A Petrobras foi a empresa que mais

arrematou blocos na rodada: 49 no total, sendo a operadora em 43 deles. Coube também a empresa estatal o maior Bônus de Assinatura ofertado, R\$ 272.088.700.

4.2 PRINCIPAIS BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS COM POTENCIAL PARA O *SHALE GAS*

As reservas prováveis de gás não convencional foram estimadas em mais de 200 Tcf, porém foram analisadas somente três bacias sedimentares: Parecis, Parnaíba e Recôncavo (EIA, 2013). As análises concluíram que os folhelhos dessas bacias são análogos aos da formação Barnett nos Estados Unidos (COLELA, 2013). O folhelho Barnett utilizado nas estimativas tem 1.196 km³ e contém 30 Tcf. Com essas informações, comparou-se essas reservas com os volumes das bacias brasileiras.

Além das bacias de Parecis, Parnaíba e Recôncavo, a bacia do Paraná também tem atenção dos reguladores e operadoras, com reserva de gás no folhelho negro da Formação Ponta Grossa estimada em 81 Tcf (2013), esta bacia encontra-se próxima a centros urbanos consumidores como as usinas termelétricas e gasodutos. Na 12^a rodada de licitações da ANP não foram concedidos blocos exploratórios para as Bacias do São Francisco e Parecis.

4.2.1 Bacia do Recôncavo Baiano

A região do Recôncavo baiano e seus blocos exploratórios, representada pela (Figura 17) é a região potencialmente mais desenvolvida e adequada para a exploração e produção do gás de folhelho. (ANP, 2013).

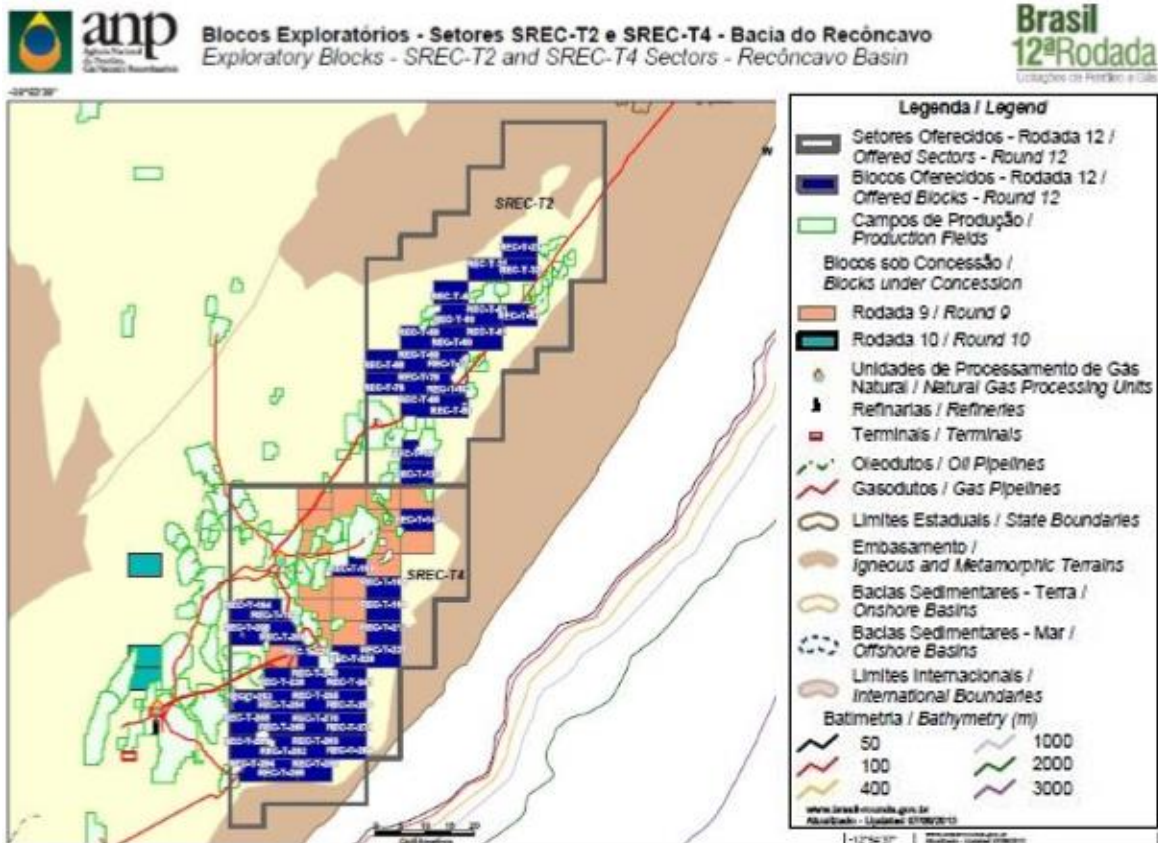


Figura 17 – A Bacia do Recôncavo e seus blocos exploratórios. Fonte: ANP, 2013.

Na Figura 17 observa-se a distribuição de blocos e a localização em relação a potenciais consumidores, inclusive em relação ao gás não convencional. A região é pioneira na produção de gás no Brasil com atualmente 1 700 poços em produção. Possui uma localização privilegiada e próxima a refinarias que contêm unidades de processamento de gás natural (UPGN's), fábrica de fertilizantes, além de uma extensa linha de oleodutos e gasodutos que cortam toda a região. (BNDES, 2013).

De acordo com a EPE(2011), essa rede de oleodutos e gasodutos é de fundamental importância para fazer a conexão entre as áreas de produção naquela região até os terminais de estocagem e às UPGN's de Candeias, São Francisco e Catu as quais processam diariamente volumes de 2.9 MMm³, 6 MMm³ e 1.9MMm³ de gás natural respectivamente. Na Bacia do Recôncavo ocorre a conexão dos importantes gasodutos que ligam as malhas dutoviárias das regiões Sudeste e Nordeste (GASENE) à região dos Estados de Sergipe e Bahia (GASEB), o que fez ao sistema de fornecimento de gás natural no Brasil ter uma maior confiabilidade (LIMA, Átila, 2014). Dentre as principais refinarias presentes na Bacia do Recôncavo estão as unidades de Landupho Alves (RLAM) e DAX Oil as quais tem a capacidade de processamento diário de 51 350m³ e 275 m³ respectivamente. (EPE, 2011).

Segundo um estudo análogo da ANP envolvendo o volume de gás de folhelho em Tcf por área territorial, em km³ da bacia de Barnett nos Estado Unidos (30 Tcf a cada 1 196 km³), estima-se para área de 2 000 km² à espessura média de 0.4 km da Bacia do Recôncavo um volume de 20 Tcf de gás de folhelho. (COLELA, 2013).

4.2.2 Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba, (Figura 18), está localizada na região nordeste brasileira, possui uma extensa área exploratória com potencial para *shale gas* de aproximadamente 64 000 km² à uma espessura média de 0.04 km. Estima-se um volume de gás de 64 Tcf para esta Bacia. Como anteriormente, para estimar o volume (tcf) provável de gás de folhelho na Bacia do Parnaíba, utilizou-se a mesma analogia comparativa da Bacia de Barnett estadunidense. (COLELA, 2013).

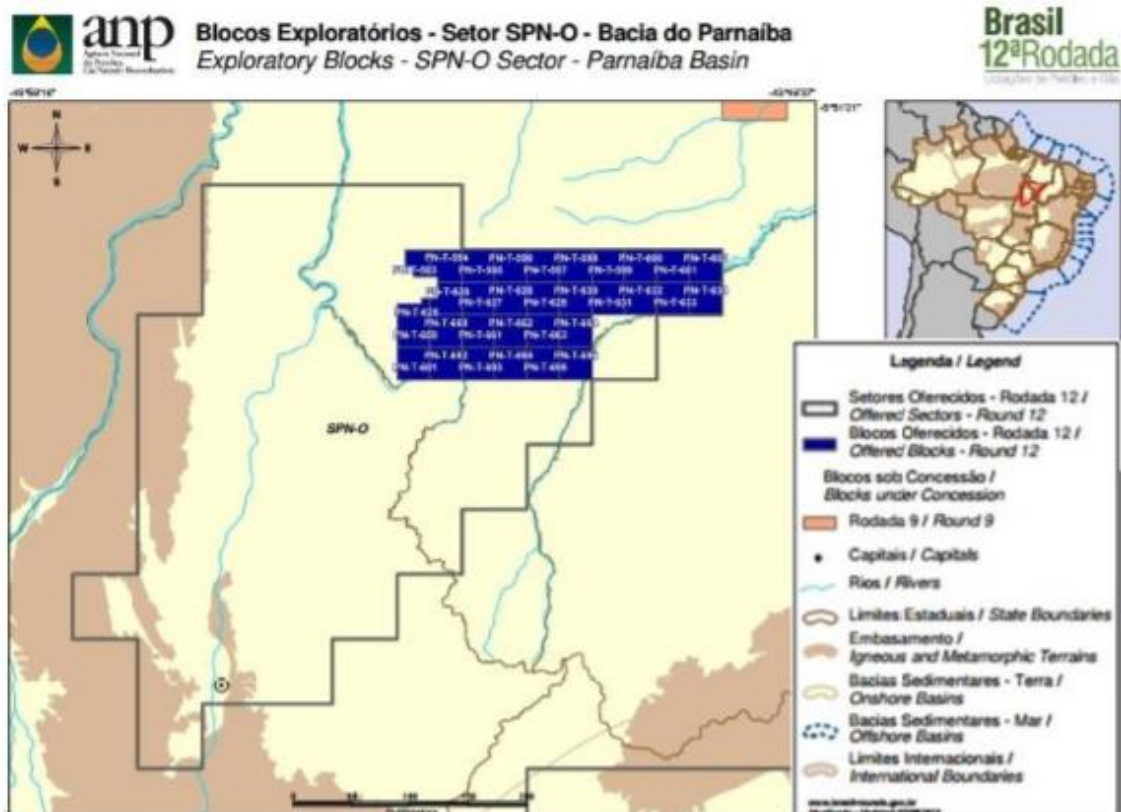


Figura 18 – A Bacia do Parnaíba e seus blocos exploratórios. Fonte: ANP, 2013.

Na figura 18 observa-se que apesar de ter uma área exploratória muito maior que a Bacia do Recôncavo, a Bacia do Parnaíba não tem infraestrutura favorável para a produção do gás de folhelho à curto prazo. Observa-se que não há a presença de gasodutos e refinarias, embora existam as UTE's de Parnaíba I, II, III e IV operando em Capinzal do Norte (MA)

com capacidade de 1.427 MW de capacidade instalada e potencial de 6 MMm³/de.produção de gás na região.

4.2.3 Bacia do Paraná

Localizada na região Sul do Brasil, com 16 blocos obtidos de 19 ofertados pela ANP na 12ª rodada de licitações em 2013, a Bacia do Paraná (Figura 19), possui o maior volume estimado (método análogo da Bacia de Barnett - EUA) de gás em folhelho, totalizando aproximadamente 226 Tcf de gás. (ANP, 2013).

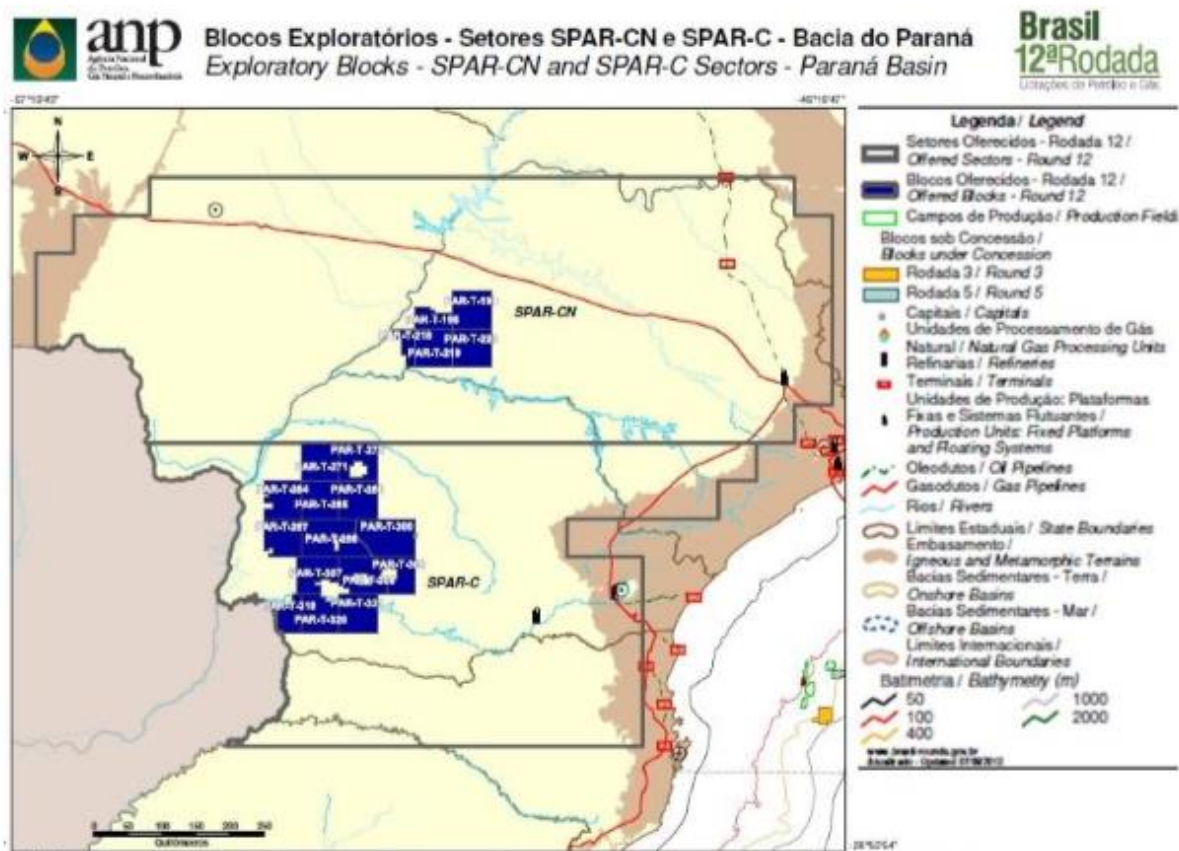


Figura 19 – Bacia do Paraná e seus blocos exploratórios. Fonte: ANP, 2013.

Na Figura 19 observa-se a extensão do território que compreende a Bacia do Paraná e a extensão da malha dutoviária que atravessa a região, como o trecho sul do Gasoduto Brasil-Bolívia (GASBOL), que liga os Estados do Rio Grande do Sul e São Paulo através das cidades de Canoas-RS e Paulínea-SP; e o trecho norte, que liga os Estado de Mato Grosso do Sul e São Paulo entre as cidades de Corumbá-MS e Guararema-SP. (PETROBRAS 2016). Mesmo com a presença destes gasodutos que atravessam a bacia, a maior parte do blocos

exploratórios ainda se encontra distante dessa malha, dificultando o transporte e distribuição desse gás pós produção.

4.3 MORATÓRIA AMBIENTAL

A inadequação do arcabouço institucional brasileiro para a exploração de gás não convencional fica evidente ao analisar o processo de judicialização das atividades de fraturamento hidráulico no país. Em dezembro de 2013, o deputado estadual Sarney Filho (PV-MA), apresentou um projeto de lei que decreta moratória de cinco anos para qualquer empreendimento de exploração para gás não convencional. No fim de 2013, o Ministério Público Federal (MPF) do Piauí entrou com uma ação judicial que suspendeu a exploração de gás não convencional no Estado. Em julho de 2014, o Ministério Público Federal do Paraná, suspendeu na Justiça Federal o efeito da licitação de 11 áreas da 12ª Rodada de licitações da Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) realizada em novembro de 2013. As atividades ficaram suspensas até a realização de estudo técnicos que mostre a viabilidade, ou não, da utilização do faturamento hidráulico no país, com previa regulamentação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

A realização da 12ª rodada de licitações promovida pela ANP, foi um dos motivos para as questões relativas a exploração de gás não convencional no Brasil chegarem até aos tribunais, pois a ANP realizou a 12ª rodada sem uma previa avaliação ambiental de áreas sedimentares (AAAS), de acordo com a Portaria Interministerial MME/MMA N^o 198 2012. A iniciativa conjunta da ANP e dos órgãos de licenciamento ambiental estaduais na 12ª rodada, levou em consideração apenas a análise da sobreposição dos blocos licitados com as unidades de conservação e as terras indígenas. O segundo ponto é o fato de que a resolução da ANP que regulamenta a atividade de faturamento hidráulico (Resolução ANP no 21), foi publicada após a realização da 12ª rodada. A consequência dos acontecimentos citados, é que não se obteve um consenso entre os órgãos federais quanto aos requerimentos necessários para o licenciamento da atividade de faturamento hidráulico, pois não houve um posicionamento proativo do governo federal para informar aos interessados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os prós e contras da exploração do gás não convencional no Brasil, analisando se esse recurso energético pode ser uma alternativa viável para superar os desafios energéticos de nosso país. A hipótese adotada neste trabalho

foi a de que o Brasil, ainda que possua a décima maior fonte de recursos em potencial de gás não convencional no mundo, não conseguirá, a curto prazo, desenvolver este recurso de forma a transformá-lo em uma de suas principais fontes de energia.

Ao analisar a situação atual do gás não convencional no Brasil, podemos destacar três fatores primordiais para tornar viável a exploração deste recurso. O primeiro fator é o tecnológico, este é requisito para que o gás de folhelho passe da condição de simples recurso para a categoria de recurso recuperável. O Brasil carece muito de tecnologia para a exploração do gás de folhelho, sendo necessário investimento maciço nesse setor para reverter suas atuais tendências.

O segundo fator é o geológico, esta é condição para que se saiba os reais potenciais de ocorrências de jazidas de hidrocarbonetos nas formações rochosas, somente a partir de estudos estratigráficos e outras técnicas específicas deste tipo de conhecimento, é que se pode avaliar o potencial de uma provável ocorrência de hidrocarbonetos em formação rochosa. Esse fator demanda também um elevado nível tecnológico para que esses dados sejam levantados, estando diretamente correlacionado com o fator anterior.

Dessa forma, faz-se necessário que se tenha um elevado nível de mão de obra qualificada, o terceiro fator para que estas informações possam ser levantadas e analisadas, a fim de se obter conclusões concretas a partir delas. Esta questão de mão de obra qualificada, por sua vez, também está relacionada à questão de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, na medida em que esta capacitação se dá através de centros tecnológicos e de pesquisas especializadas nesse segmento, a exemplo do que se tem atualmente no Parque Tecnológico da UFRJ, onde encontram-se empresas que trabalham para o desenvolvimento de tecnologia para os diversos seguimentos de petróleo e gás.

Além dos três fatores supracitados, outras variáveis como a questão ambiental, o acesso à terra e aos recursos naturais, os recursos hídricos necessários para a realização do faturamento hidráulico, a questão do marco regulatório claro e coerente, também contribuem para o desenvolvimento da exploração do gás não convencional no Brasil.

As possíveis formas de aproveitamento do gás de folhelho no Brasil podem se dar da seguinte forma:

Primeiramente definir qual a estratégia adotada para o gás natural no país, se a intenção é abastecer o mercado interno é preciso decidir quais setores serão atendidos e qual a demanda de gás necessário para atender esses setores. Neste caso, faz-se necessário a busca de financiamento para expandir a atual malha dutoviária, interligando os centros de produção com o mercado consumidor. Interligar demanda com a oferta é primordial para o

planejamento a longo prazo. Se o objetivo for exportar o gás para gerar divisas, além de investimentos na malha dutoviária, o Brasil também deverá investir em terminais de liquefação em seus portos de forma a exportar esse gás via navios de gás natural liquefeito para o mercado internacional.

Em segundo lugar pode-se utilizar o gás de folhelho para a geração termoelétrica, interligando o campo de produção a uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN) ou construir uma usina termo elétrica próximo ao centro produtor para que esta usina seja alimentada diretamente pelo gás produzido, fazendo-se necessário a ampliação do sistema de distribuição de energia elétrica no país.

Em terceiro lugar, pode-se utilizar o gás não convencional na produção de fertilizantes, haja visto que o Brasil está entre os principais exportadores agrícolas do mundo, condição que demanda por fertilizantes que atualmente são importados para suprir a carência do mercado interno.

Todas essas questões precisam estar definidas de forma clara e objetiva para que seja possível criar um ambiente favorável e confiável para o investidor no país. A realização de investimento é importante para que haja a modernização da infraestrutura atual. A atração de investimentos pode ser feita através de parcerias publico-privada bem como investimentos externos diretos. Dessa forma será possível estabelecer objetivos e metas a longo prazo para o país, contribuindo para o financiamento de exploração, prospecção e produção do gás não convencional no Brasil.

Em resumo, o gás não convencional é um importante recurso energético que não deve ser ignorado na matriz energética brasileira, no entanto ainda há muito que se investir em estudos e tecnologia para que essa fonte de energia promissora possa ser aproveitada de forma responsável e consciente, eliminando ao máximo os riscos causados ao meio ambiente e a população.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP, 2001. Indústria Brasileira de Gás Natural: Regulação Atual e Desafios Futuros. Séries ANP N.2. Rio de Janeiro: ANP.

ANP, 2012, Boletim Anual de Preços 2012 – Preços do Petróleo, Gás Natural e Combustíveis nos Mercados Nacional e Internacional, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro.

BISAGGIO, H. C.; ESTEVÃO, L. R. M. e CONFORT, M. J. F., 2010, Gás Natural Não Convencional, Superintendência de Comercialização e Movimentação de Petróleo, seus Derivados e Gás Natural, Abril.

BNDES, 1999. “Gás natural sem fronteiras”. Informe Infra-Estrutura. Rio de Janeiro: BNDES, n.33.

COLELA, O. Reservas Brasileiras de gás convencional e Potencial para gás não convencional (ANP). 2013. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/Seminario_Gas_Nao_Convencional/olavo_colela_anp.pdf

EIA. U.S Energy Information Administration. **Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States.** Disponível em: https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport_2013.pdf.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás. Relatório Executivo.** 2011.

GLORIOSO, J. C.; RATTIA, A., 2012, **Unconventional Reservoirs: Basic Petrophysical Concepts For Shale Gas, Repsol, SPE/EAGE European Unconventional Resources Conference and Exhibition**, SPE 153004, Vienna, Austria, 20-22 March.

MIN et. al, 1998. Research and practice of low permeability oil and gas fields. Petroleum Industry Press, Beijing, 1998.

LIMA A. C., DOS ANJOS. J. A. S. A. Shale Gas: Conflitos e Perspectivas Ambientais de sua Produção. IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. 2014.

OLIVEIRA, V. A. A. de 2014 – Caracterização de Reservatórios Não Convencionais/ Tight Gas. Instituto de Geociências da UFF. Niterói. RJ.

ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S.; XAVIER, J. A. D. Engenharia de reservatórios de petróleo. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobras, 2011.

SANTOS, P, R, D. ; CORADESQUI, S. 2013. Análise de Viabilidade Econômica da Produção de Shale Gas: Um Estudo de Caso em Fayetteville – Rio de Janeiro: UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia de Petróleo da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SUGUIO, 2003, Geologia Sedimentar. Editora Edgard Blucher, 1a Edição.

NATURALGAS.ORG. Gas Natural Background. 20 de Setembro de 2013. Disponível em: <http://naturalgas.org/overview/background/>

THOMAS, J. E. FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE PETROLEO. 4. ed. [S.l.]: INTERCIENCIA, 2004.

VAZ, P. T. et al. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro 2007.

ZOU C., et al; 2013.Unconventional Petroleum Geology.