

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

SHALE GAS: ASPECTOS GERAIS E PERSPECTIVAS BRASILEIRAS

AUTORES:

Ernandes Vaz Sousa¹; Fabio José Esper^{1, 2}; Guillermo Ruperto Martín-Cortés^{1, 2};
Janice Maria Zacharias¹; Tábata de Oliveira França¹; Daniela Farias Cabral¹

INSTITUIÇÃO:

¹ Centro Universitário Estácio de São Paulo, Campus Santo Amaro, Área de Engenharia de Petróleo - ernandesvaz@hotmail.com; janice.zacharias@estacio.br; tabatadeoliveirafranca@gmail.com; daniela.cabral@estacio.br

² PMT-EPUSP - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - fabio.esper@usp.br, germac@usp.br

Abstract

The growing demand for energy, together with the evolution of technology, is enabling the introduction of new energy sources in the world energy matrix. These new sources, renewable or not, are able to generate impacts on the natural system, society and the world economy. Among the alternatives sustainable energy is the shale gas exploitation, which is extracted from rocks through technical procedure called hydraulic fracturing, in which process applies differential relatively high pressure, by pumping a fracturing fluid against the rock reservoir to rupture, allowing release the gas present in the rock pores and cracks and channels it. The natural gas as an energy source is less polluting to the environment than liquid fuels from oil and coal itself, and tends to become the second energy source in the ranking of the most important in the world. Brazil has great potential shale reserves in their territory, and small part of them have been cleared. Thus, this paper will present an overview of information about the so-called shale gas, their method of exploitation, associated environmental impacts, also show the countries possessing the largest reserves highlighting Brazil's reserves and show how are the prospects for action this source in Brazil.

SHALE GAS: ASPECTOS GERAIS E PERSPECTIVAS BRASILEIRAS

1. Introdução

A descoberta de reservas do “shale gas”, também chamado de gás não convencional ou erroneamente de gás de xisto vem despertando grandes interesses e proporcionando mudanças no mercado energético mundial, sobretudo com a possibilidade de países se tornarem autossuficientes em energia.

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o gás alcançará em breve a segunda posição no ranking das energias mais importantes do mundo, lugar que hoje é ocupado pelo carvão mineral.

Apesar de grandes benefícios serem possíveis em sua exploração como, gerar empregos, diminuir o preço de outros combustíveis e minorar a dependência de outros combustíveis, há uma série de implicações de natureza ambiental, ainda não profundamente mensuradas. Para uma significativa parcela da comunidade científica, sua exploração traz novos riscos para o meio ambiente, alguns deles de difícil contenção.

O gás de folhelho encontra-se aprisionado em rochas sedimentares de baixa permeabilidade, nas mesmas rochas em que foi gerado a partir da deposição e posterior transformação de matéria orgânica por processos diagenéticos. Portanto, difere do gás acompanhante do petróleo, que migra a partir das rochas geradoras para rochas reservatórios, com características de maior permeabilidade, o que torna a extração mais fácil. De um lado alega-se que a exploração é segura e os danos ambientais são muito menores do que os causados pela indústria de hidrocarbonetos convencionais. De outro afirma-se que o método extrativo causa danos irreversíveis nos aquíferos adjacentes ou mesmo que o processo de hidrofraturamento induz terremotos (TAIOLI, 2013).

Atualmente, nota-se uma clara intenção das empresas do setor de óleo e gás em expandir a metodologia através do mundo, no entanto, nem todas as nações apresentam uma resposta consensual acerca da inclusão do método nas suas respectivas matrizes energéticas. O Brasil está discutindo nos últimos anos a exploração do shale gas, mas vem ocorrendo muita polêmica em torno de sua exploração. A ANP lançou em 2013 a 12ª rodada de licitação para a exploração do gás não convencional e em 2014, publicou a resolução 21/2014, que normatiza a exploração do shale gas no Brasil. Esses fatos mostram como o Brasil está disposto a explorar o shale gas. (MARTINS et al, 2016)

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo uma análise geral do shale gas descrevendo seu procedimento de exploração e mostrar quais as perspectivas brasileiras para a implementação dessa fonte energética no país.

1.1 Gás de Folhelho

O shale gas, segundo Taioli (2013) é também chamado de gás “não convencional” ou erroneamente de gás de xisto, é gás natural que se encontra aprisionado em formação rochosa sedimentar porosa pouco permeável localizada no subsolo, cujo nome correto é Folhelho Pirobetuminoso (figura 1). O Xisto é rocha metamórfica, sem poros, inadequada para conter fluídos.

Figura 1 - Folhelho Pirobetuminoso. Fonte: Fulbright, 2015.



A baixa permoporosidade dos folhelhos dificulta sua extração que por sua vez é mais complexa que a do gás natural convencional. O gás convencional é retirado do reservatório por perfuração vertical até

a rocha reservatório quase sempre arenito ou calcarenito poroso. Mas o gás de folhelho é extraído por poço vertical até a rocha reservatório onde se desvia e segue então como perfuração horizontal no sentido da camada de interesse, no caso folhelho procedente da compactação de rochas argilosas pouco porosas. É nesta última seção onde se aplica o processo de fraturamento hidráulico, o qual consiste em golfadas de fluidos em alta pressão hidráulica, as quais são liberadas instantaneamente por compressores situados na superfície. A intensa pressão dessas golfadas provoca múltiplas trincas laterais na rocha reservatório de sentido perpendicular ao poço perfurado. O fluido, mistura de água, areia e componentes químicos, penetram as trincas sendo que a areia impede o fechamento das mesmas, o que converte as trincas em vias para a vazão do gás do reservatório para o poço. Na figura 2 mostra um esquema de geologia típico de onde estão localizados os hidrocarbonetos convencionais e não convencionais.

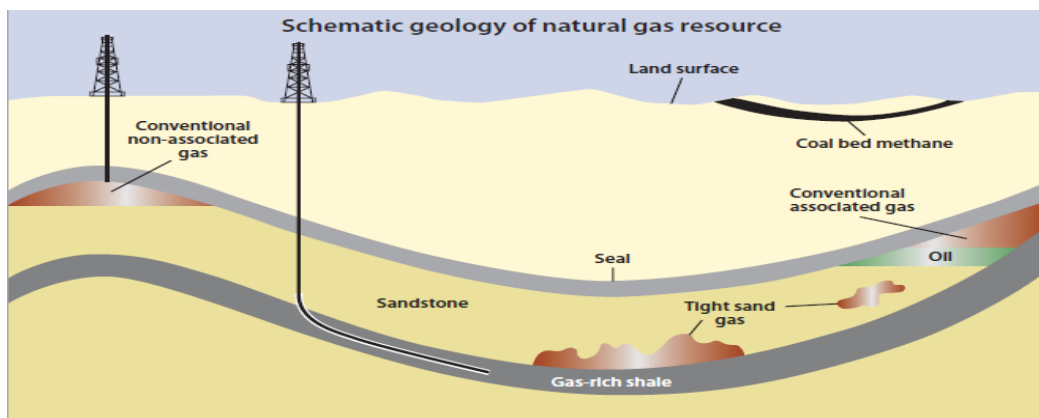


Figura 1 - Esquema tradicional de geologia tradicional e não tradicional de hidrocarbonetos. Fonte: MIT, 2011.

1.2 Exploração do recurso

De acordo com Lage et al (2013), a exploração do shale gas está fundamentada nas seguintes etapas: exploração sísmica 3D, preparação do terreno, perfuração vertical e horizontal, fraturamento hidráulico, gestão de resíduos e produção propriamente dita, descritas abaixo:

- Na Exploração sísmica se consegue o mapeamento estrutural por perfis 2D das formações rochosas com a utilização de ondas sonoras (P, S refletidas). A execução de perfis sísmicos paralelos levanta a representação das estruturas geológicas em 3D, permitindo identificar dados como profundidade, largura e espessura das rochas folhelhos. Esses dados permitem começar a estimar volumes de recursos contidos quando combinados com a porosidade e os níveis de saturação de cada fluido;
- Preparação do terreno: com área de aproximadamente 20.000 m², o terreno é nivelado e compactado para acomodar os equipamentos de exploração e produção. Infraestrutura de acesso ao local também deve ser estudada, para viabilizar a logística da operação;
- Perfuração vertical: perfuram-se até 12 poços verticais em direção à rocha reservatório (Folhelho Pirobetuminoso), situada, como média, em profundidades típicas entre 1,2 e 3,6 km. As paredes do poço são revestidas com camadas de aço e cimento;
- Perfuração horizontal: após a perfuração vertical o poço é continuado de perfurações horizontais, de até 1,2 km de extensão, em diferentes direções, utilizando sensores de gás para garantir que o poço se restrinja à área que contém os hidrocarbonetos;
- Fraturamento hidráulico: processo que se realiza após o canhoneio da capa de concreto da seção horizontal do poço selecionada, os compressores em superfície enviam pancadas de fluidos em

alta pressão hidráulica.

- Gestão de resíduos: a grande quantidade de água utilizada na etapa de fraturamento hidráulico é armazenada em tanques, devendo ser devidamente tratada e descartada;
- Produção: na boca do poço em superfície a árvore de natal é posicionada para que o gás possa fluir até a estação de tratamento, compressão e, posteriormente, ser enviado para a infraestrutura de transporte e logística.

1.2.1 Fraturamento Hidráulico

Como no caso dos folhelhos, os hidrocarbonetos estão armazenados em grandes volumes em rochas que, em princípio, não são de todo rochas reservatório, mas sim folhelhos e outras rochas de granulação muito fina, que possuem porosidade e permeabilidade extremamente baixas, são necessários empregar a combinação de algumas tecnologias sofisticadas para conseguir obter nível de produtividade maior do gás presente na rocha. (Parlamento Europeu, 2011)

A tecnologia de extração utilizada é a combinação de três processos, são eles a perfuração vertical e horizontal e o fraturamento hidráulico.

Acredita-se que 60 – 80% dos poços perfurados nos Estados Unidos nos próximos dez anos vão exigir fraturamento hidráulico para permanecer em produção. O fraturamento, processo de recuperação secundária, permite prolongar a vida produtiva de campos de hidrocarbonetos e também permite a recuperação de petróleo e gás natural de formações que os geólogos, uma vez acreditaram que eram impossíveis de produzir (GWPC & IOGCC [web], 2010).

Assim, o fraturamento hidráulico consiste no uso de fluidos e materiais injetados sob alta pressão hidráulica, de aproximadamente 5.000 psi, ocasionando trincas no sentido radial ao redor do poço, para criar ou restaurar pequenas fraturas nas rochas, a fim de estimular a produção de novos e existentes poços de petróleo e gás. Isto cria caminhos que aumentam a velocidade à qual os fluidos podem ser produzidos a partir das formações de reservatório, em alguns casos, por muitas centenas de por cento (figura 3).

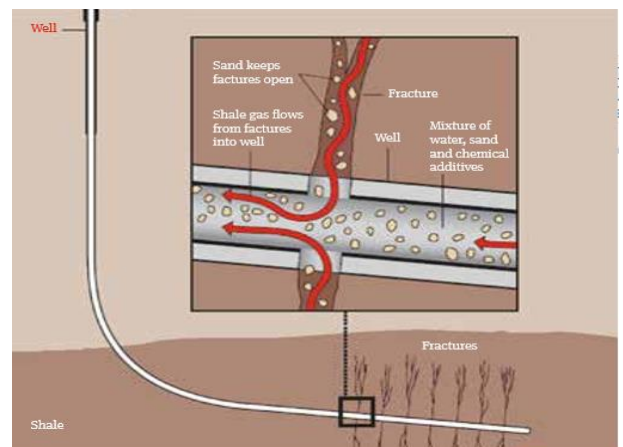


Figura 3 - Zona Fraturada. Fonte: Fulbright, 2015

Segundo o GWPC & IOGCC ([web] 2010), os produtos químicos são usados com o propósito de o processo de fraturamento hidráulico ser mais eficaz e eficiente. A composição do fluido de fraturamento tipicamente é de 98 a 99,5% de água e areia e 0,5% a 2% de aditivos químicos. A areia tem a função de impedir o fechamento das fissuras realizadas. E geralmente é usado de 3 a 12 aditivos químicos em concentrações muito baixas, os quais podem variar de acordo com a formação de folhelhos a ser fraturada e também em função das características da água a ser usada. São usados: redutores de fricção; biocidas para impedir o crescimento de microrganismos e reduzir incrustações biológicas nas fraturas; inibidores de corrosão; ácidos para ajudar a dissolver os minerais e iniciar fissuras ao redor do poço; entre outros.

A colocação de tratamentos de fraturamento hidráulico subterrâneo é sequenciada para atender às necessidades específicas da formação. Cada zona de petróleo e gás é diferente e exige um projeto de fraturamento hidráulico adequado às características da formação. Por conseguinte, enquanto o processo continua a ser, essencialmente, o mesmo, a sequência pode ser alterada dependendo das

condições locais exclusivas.

1.2.2 Impactos ambientais associados

Tem sido bastante questionado e sendo motivo de preocupação nos Estados Unidos e em outros países, os impactos ambientais que podem ser causados a partir das técnicas de produção de shale gas, especialmente do fraturamento hidráulico. Os impactos associados à exploração desse recurso é um dos principais fatores que influenciam na ampliação dessa fonte energética em alguns países. O grande uso de água no processo, a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos e até mesmo a possibilidade de causar tremores na terra levam os órgãos reguladores da indústria a criar normas cada vez mais rígidas, buscando minimizar os riscos de impactos.

Os principais impactos ambientais causados pela exploração do gás de folhelho são (Parlamento Europeu, 2011):

- Elevada ocupação dos solos, devido às plataformas de perfuração terrestre e às áreas necessárias para o estacionamento e manobra de caminhões, equipamentos, instalações de processamento e transporte de gás, bem como vias de acesso. E devido ao grande tráfego de caminhões nas estradas, acaba por ocasionar problemas nas vias de acesso, tornando-as cada vez menos acessíveis caso não haja manutenções periódicas.
- Grandes quantidades de água utilizadas para o faturamento hidráulico não retornam para a superfície, não sendo possível o tratamento e nem a destinação da mesma para alguma outra utilidade.
- Emissão de poluentes atmosféricos, a poluição das águas subterrâneas devido a fluxos não controlados de gás ou fluidos na sequência de erupções (blowout) ou derrames, fugas de fluidos da fraturação ou descargas não controladas de águas residuais.
- “Poluição de águas subterrâneas com metano”. Nas redondezas de poços de gás, caso haja falhas na cimentação do poço, ocorram vazamentos que contaminem aquíferos acima do reservatório, mas, é fato que não ocorre apenas na exploração do gás de folhelho, mas em caso de cimentação deficiente isso acaba ocorrendo também na exploração de petróleo e gás convencional. Na exploração em algumas ocasiões as fraturas ocasionadas pelo faturamento hidráulico, vão de encontro com descontinuidades nas formações rochosas acima da zona fraturada, permitindo com que o gás contido na rocha migre para os aquíferos acima (Figura 4).

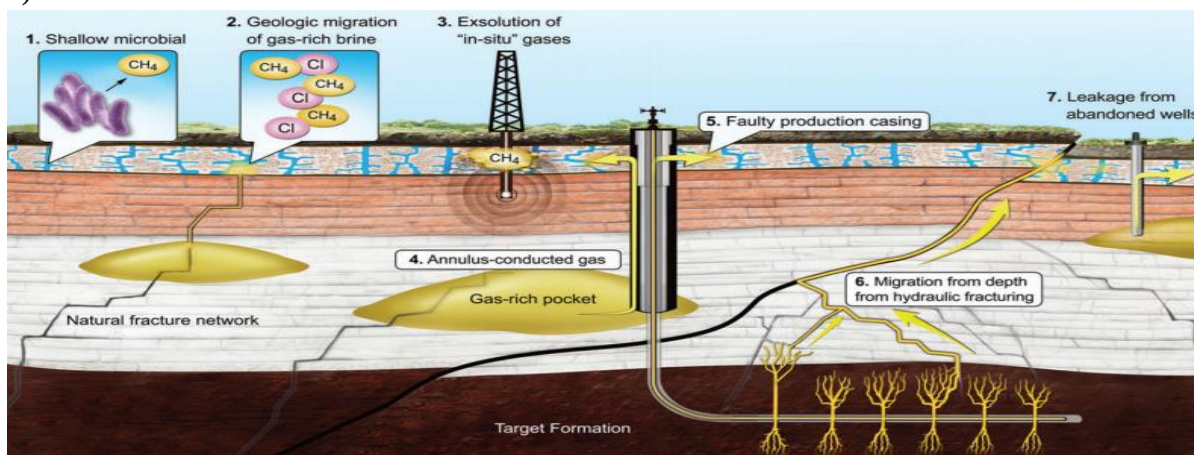


Figura 4 - Hipóteses para uma possível contaminação de aquíferos por metano. Fonte: Darrah et al. Groundwater 2015.

- Os fluidos da fraturação contêm substâncias químicas perigosas que caso a cimentação fosse deficiente, seu refluxo, poderia contaminar os aquíferos vizinhos.

- “Sismos induzidos pelo processo de fraturamento hidráulico ou pela injeção de águas residuais podem provocar pequenos terremotos em localidades próximas às áreas de exploração do gás”. Embora a intensidade da pressão artificial de aproximadamente 5.000 psi e sua mínima relação contra a enorme pressão das rochas acima da formação de interesse, por volta de 3.000 metros de altura acima da zona de fraturamento, não se acredita na possibilidade de tais condições ocasionarem tremores na superfície.

1.3 Shale gas no mundo

As principais reservas de shale gas estão na China, seguida de Estados Unidos e Argentina. (EIA, 2013). Atualmente os Estados Unidos é o país com maior avanço na exploração geológica, geofísica e no desenvolvimento de reservas e produção de shale gas do mundo, com uma produção de 141 bilhões de metros cúbicos, concentrando 98% da produção mundial (IEA, 2012).

A produção americana desse gás está ligada a vários fatores entre eles: a viabilidade econômica, infraestruturas, políticas de incentivo para à exploração, ambiente propício, e o emprego de tecnologias avançadas. A necessidade de aumentar o suprimento para garantir a segurança energética do país, o apoio do governo no incentivo à exploração e à produção, o elevado nível dos preços do gás na década de 2000, a localização das reservas próximas à infraestrutura de escoamento já existente, a obrigação de atingir metas de redução da emissão de gases do efeito estufa e uma combinação de avanços nas tecnologias de produção propiciaram um ambiente atrativo aos investimentos em exploração e produção do gás no país (ARAÚJO et al, 2014).

A infraestrutura de transportes de gás dos Estados Unidos, quando do início da produção de shale gas, já se mostrava bastante abrangente e integrada, o que favoreceu o escoamento da produção para os mercados consumidores sem que grandes investimentos fossem realizados.

O desenvolvimento da produção de shale gas em outras regiões vai depender de como esses países enxergam suas necessidades ambientais e de segurança energética e de como seus governos criarão políticas de incentivo à produção e coordenarão o estabelecimento da infraestrutura necessária. Além disso, o desenvolvimento e a aplicação das tecnologias de extração, adaptadas às condições de cada país, também acarretarão em maior ou menor produção. A figura 5 mostra onde estão localizadas as reservas de óleo e gás de folhelho mundialmente.

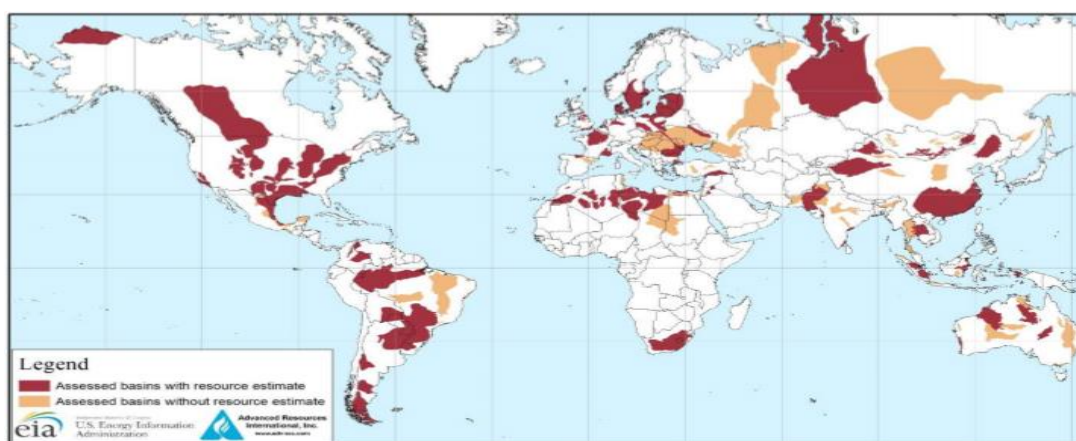


Figura 5 – Bacias de óleo e gás não convencionais do mundo. Fonte: EIA, 2013

A China, por exemplo, maior detentora de reservas de shale gas do mundo, deverá de fato expandir sua produção, já que o país tem elevadas metas de redução de emissões de gases do efeito estufa e já investiu bilhões na aquisição de participações em empresas americanas produtoras de shale gas para conhecer as técnicas de produção utilizadas nos Estados Unidos (Lage Et al 2013). E como os campos

de petróleo da China estão perdendo a produtividade, a necessidade premente de a República Popular da China (China) desenvolver novas fontes de energia é uma força motriz chave para a febre de shale gas que varreu o país nos últimos anos. (Norton Rose Fulbright, 2015).

1.4 O shale gas no Brasil

O Brasil é o décimo no ranking mundial de reservas tecnicamente recuperáveis desse gás, com pelo menos 6,4 trilhões de m³ de reservas recuperáveis. O país possui 18 bacias sedimentares onshore, das quais 14 bacias podem ter rochas de origem petrolífera. No entanto, desde os anos 80 o Brasil tem se concentrado principalmente em seus recursos offshore de petróleo e gás, enquanto as bacias terrestres têm visto menos atividade. Somente duas bacias terrestres têm produção significativa de petróleo e gás (Amazonas e Paraná). Relativamente poucos poços convencionais de petróleo e gás foram perfurados para os intervalos profundos de rochas de fontes nestas bacias. Perfuração de exploração de xisto ainda não ocorreu. Como resultado, os dados geológicos sobre as rochas-fonte de xisto no Brasil são relativamente escassos. (EIA, 2013)

A Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) realizou pesquisas de exploração, principalmente gravimétricas e magnéticas com perfuração mínima, em quatro bacias terrestres: Amazonas, Paraná, Parnaíba e parte do São Francisco. Recentemente a ANP estimou que o Brasil pode ter 208 trilhões de pés cúbicos de recursos de shale gas, com base numa analogia aproximada de três bacias terrestres brasileiras (Parnaíba, Parecis, Recôncavo) com o shale Barnett na Bacia de Fort Worth, no Texas. A Petrobras perfurou recentemente seu primeiro poço em folhelho na Argentina, mas até o momento não anunciou planos para perfurações em folhelho no Brasil.

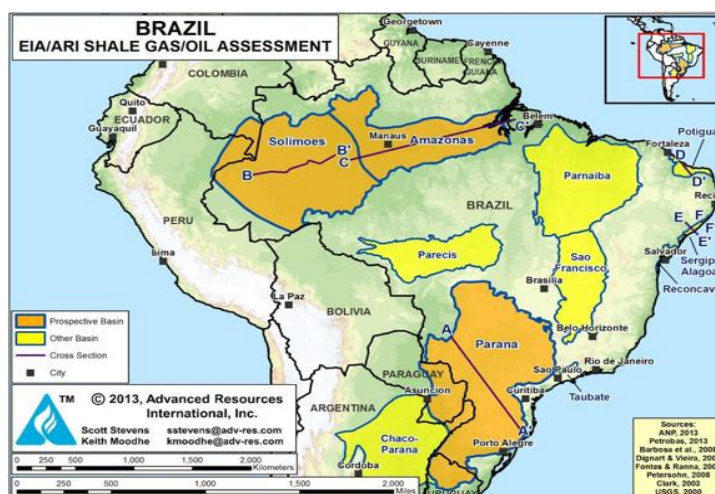
No Brasil, (Figura 6) as reservas de folhelhos mapeadas são consideradas significativas. Localizados em terra, seus recursos poderão desenvolver o mercado de gás no país, interiorizando, de fato, o uso de gás no território nacional. As maiores incidências de gás de folhelho encontram-se nas Bacias Sedimentares do Parnaíba (Maranhão e Piauí), Recôncavo (Bahia), São Francisco (Bahia e Minas Gerais), Parecis (Mato Grosso), Paraná (desde Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul), bacia Amazônica e bacias adjacentes a essa (TAIOLI, 2013).

Figura 6 - Bacias perspectivas e plays para óleo e gás de folhelhos no território brasileiro. Fonte: White, 2013.

O Brasil possui diversas bacias sedimentares em terra, recobrindo boa parte de sua extensão territorial. Diversas destas áreas sedimentares possuem rochas geradoras, e abrigam a possibilidade de conter recursos do tipo gás de folhelho. Contudo, a escassez de dados impede avaliação contundente do potencial exploratório deste recurso não convencional na grande maioria das bacias sedimentares (ANP, 2016).

2. Metodologia

Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura realizada entre Agosto de 2016 e Dezembro de 2016, no qual se realizou uma consulta a livros e artigos sobre a exploração e exploração do shale gas, técnica de fraturamento hidráulico, impactos ambientais associados a esse recurso, países detentores reservas potenciais e também sobre as bacias brasileiras de óleo e gás. Fundamentado também por meio de pesquisas em sites e opiniões de alguns autores com experiência no assunto abordado, colaborando para a formulação e complementação do trabalho. Com base também em informações



obtidas em Conferência de Óleo e Gás Não Convencional (UGOC 2016), foi possível formular conclusões sobre impactos gerados pela exploração do shale gas, método de prospecção do mesmo e perspectivas brasileiras para essa fonte de energética.

3. Conclusões

Foram estudadas e descritas as características principais dos depósitos produtores de gás em folhelhos. Também foram descritas as principais regiões detentoras das maiores reservas e os maiores produtores de gás de folhelhos betuminosos e outros similares. Foram mostrados os aspectos mais comentados sobre as possíveis influências na contaminação ambiental local e geral desses recursos.

As perspectivas de que a exploração do gás de folhelhos possa eventualmente contaminar aquíferos, ficou claro que seria devido a manipulações indevidas das ferramentas de perfuração e de cimentação ou que também pode ocorrer que as fissuras geradas pelo fraturamento hidráulico na rocha reservatório possa se conectar com descontinuidades na formação rochosa acima, permitindo que o gás flua até os aquíferos acima. O fraturamento hidráulico é uma prática largamente utilizada na recuperação de hidrocarbonetos e sua utilização se remonta a primeira metade do século XX e nunca foi relacionado a tremores de terra ou possíveis sismos maiores e as pressões dos fluidos vinculadas ao método resultam imensamente menores do que as pressões das formações geológicas acima dos horizontes produtivos.

O Brasil possui contrato para manter a importação de gás pelo gasoduto Bolívia-Brasil por um tempo significativo, e também com o pré-sal em alta e produzindo grandes quantidades o país se mantém saturado em questão de gás nessa atualidade. Uma utilidade para o gás brasileiro seria a sua destinação para geração de energia, mas devido ao aproveitamento do grande potencial hidroelétrico nacional, o interesse em explorar esse gás é pequeno. Portanto, o Brasil apresenta grande potencial de reservas de shale gas, porém não se torna viável atualmente explorá-lo devido a grandes quantidades de gás produzidas nacionalmente, falta de destinação para o mesmo e também aos boatos relacionados a impactos ambientais causados pela exploração do recurso.

4. Referências Bibliográficas

- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 83º Boletim Anual de Preços 2012: preços do petróleo, gás natural e combustíveis nos mercados nacional e internacional. Rio de Janeiro, 2012.
- ARAÚJO, D. et al. Gás de xisto alternativa energética? Experiência americana e modelo para o mercado brasileiro. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 2: Congestas, 2014.
- Darrah, Et al. Unconventional Shale Gas Development and Potential Impacts to Groundwater. Groundwater, 2015.
- EIA - Energy Information Administration. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Brazil. 2013.
- EIA - Energy Information Administration. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States. 2013.
- GWPC & IOGCC - Ground Water Protection Council and Interstate Oil and Gas Compact Commission. Chemical Use in Hydraulic Fracturing. Disponível em: <<http://fracfocus.org/water-protection/drilling-usage>>. Acesso em: 6 de maio de 2016.
- GWPC & IOGCC - Ground Water Protection Council and Interstate Oil and Gas Compact Commission. Hydraulic Fracturing: The Process. Disponível em: <<http://fracfocus.org/hydraulic-fracturing-how-it-works/hydraulic-fracturing-process>>. Acesso em: 6 de maio de 2016.
- IEA – International Energy Agency. Golden Rules for a Golden Age of Gas: World Energy Outlook Special Report on Unconventional Gas, 2012.
- LAGE, E. et al. Gás não convencional: experiência americana e Perspectivas para o mercado brasileiro. BNDES, setorial 37, p. 33-88, 2013.
- MIT – Massachusetts Institute of Technology. The Future of Natural Gas. 2011.
- NORTON ROSE FULBRIGTH, Shale gas handbook: A quick-reference guide for companies involved in the exploitation of unconventional gas resources. 2015. 2ª ed. Reino Unido.
- PARLAMENTO EUROPEU. Departamento Temático. Impacto da extração de gás e óleo de folhelho no ambiente e na saúde humana, 2011.
- TAIOLI, Fabio. Gás de Folhelho no Brasil: Perspectivas e Dúvidas. Anais da 65ª reunião anual da SBPC, 2013.
- TYNDALL CENTRE FOR CLIMATE CHANGE RESEARCH. Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts, 2011.
- WHITE, Ken. A Golden Age for Gas? 2013. Disponível em: <<http://www.geoexpro.com/articles/2014/02/a-golden-age-for-gas>>. Acesso em: 09 de maio de 2016.