



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

GÁS DE “XISTO” COMO FONTE ENERGÉTICA

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

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

RESUMO

A crescente demanda por energia, juntamente com a evolução da tecnologia, vem propiciando a introdução de novas fontes alternativas na matriz energética mundial. Estas novas fontes, renováveis ou não, são capazes de gerar impactos no sistema natural, na sociedade e na economia mundial. Dentre as alternativas de energias sustentáveis encontra-se a exploração de gás de xisto, o qual é extraído de rochas através de procedimento técnico denominado fraturamento hidráulico, processo no qual aplica-se diferencial de pressão relativamente elevado, através do bombeio de um fluido de fraturamento, contra a rocha reservatório até a sua ruptura, o que permite liberar o gás presente nos poros e trincas da rocha e canaliza-lo. O gás, como fonte energética é menos poluente para o ambiente do que os combustíveis líquidos oriundos do petróleo e que o carvão propriamente dito. Dessa forma, o presente artigo estudou um apanhado de informações sobre o denominado gás de “xisto”, na verdade gás de folhelho, com destaque para os aspectos técnicos e ambientais da tecnologia de prospecção do mesmo.

1. INTRODUÇÃO

A descoberta de reservas do “shale gas”, também chamado de gás não convencional ou erroneamente de gás de xisto (o correto é gás de folhelho) 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.

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

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.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo uma análise geral do gás de xisto assim como suas benesses e eventuais prejuízos, descrever também o procedimento do fraturamento hidráulico, demonstrando como é feita a extração do gás de “xisto” e suas eventuais consequências de um modo geral.

1.1 Gás de “xisto”

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

A baixa permoporosidade dos folhelhos dificulta sua extração que é mais complexa que a do gás natural. O gás natural é retirado do reservatório por perfuração vertical até a rocha reservatório quase sempre arenito ou calcarenito poroso. Mas o gás de “xisto” 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, penetra 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.

1.2 Exploração do gás de xisto

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 então a representação das estruturas geológicas em 3D, o que permite identificar dados como profundidade, largura e espessura das rochas de xisto. 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. Estes fluidos, mistura de água, areia e componentes químicos ao ser injetados sob alta pressão hidráulica de aproximadamente 5.000 psi ocasionam trincas no sentido radial ao redor do poço, pelas quais o fluido penetra e deposita seus grãos de areia. Esse processo será melhor analisado a seguir;

- 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



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

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, é necessário empregar a combinação de algumas tecnologias sofisticadas para conseguir obter nível de produtividade maior do gás de “xisto”. [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, com maior destaque a última.

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 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. Observa-se na figura 1, ilustração das fissuras radiais ao poço ocasionadas pelo fraturamento hidráulico.

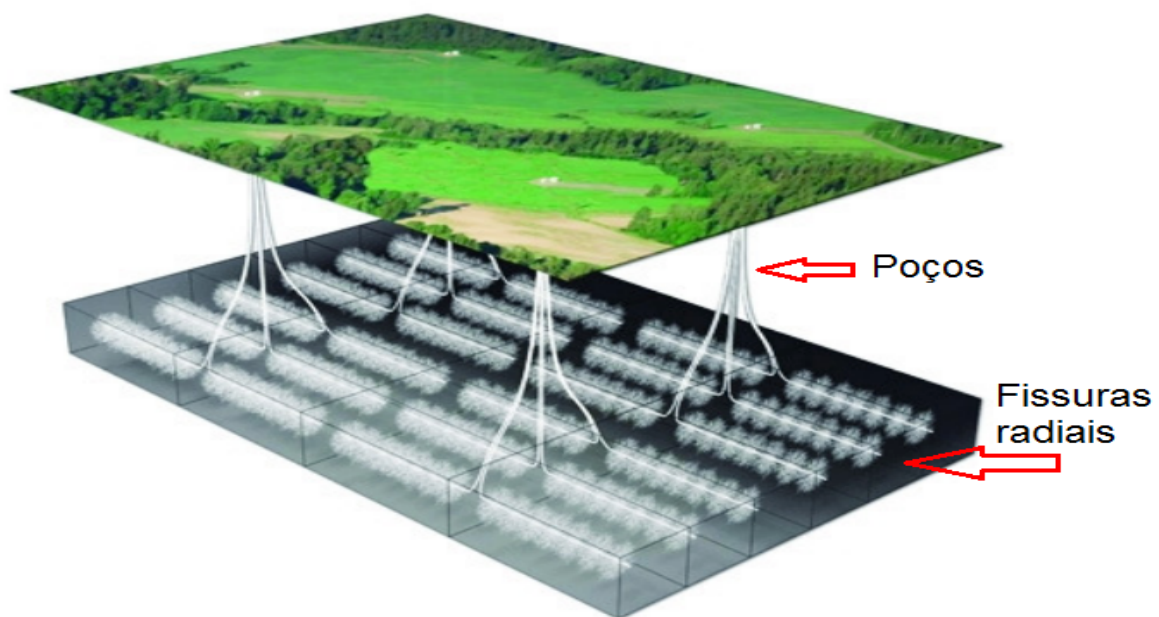


Figura 1: Efeito radial das fissuras ocasionados pelo fraturamento hidráulico no poço.

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

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 composto de 98% a 99,2% 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 sequenciado 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, os impactos ambientais que podem ser causados a partir das técnicas de produção de shale gas, especialmente da fratura hidráulica. 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 o risco de tais impactos.

De acordo com o Parlamento Europeu [2011], os principais impactos ambientais causados pela exploração do gás de folhelho são:

- 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.
- 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.
- 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.

- “Poluição de águas subterrâneas pelo metano”. Nas redondezas de poços de gás, pode acontecer que por 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 xisto, se não também na exploração de petróleo e gás.

1.2 O gás de folhelho no mundo

As principais reservas de “shale gas” estão na China, seguida de Estados Unidos, Argentina e México. Brasil é o décimo no ranking mundial de reservas tecnicamente recuperáveis desse gás, com pelo menos 6,4 trilhões de m³ de reservas recuperáveis de “xisto”.

Atualmente, 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. Na figura 2 observa-se a malha de gasodutos do país e as principais áreas de exploração de shale gas,

verificando-se que estão localizadas em regiões que dispõem de intensa malha de transporte, com maior destaque para a formação Marcellus, formação geológica de piçarras enterrada sob partes da Pensilvânia, Nova York e West Virginia.

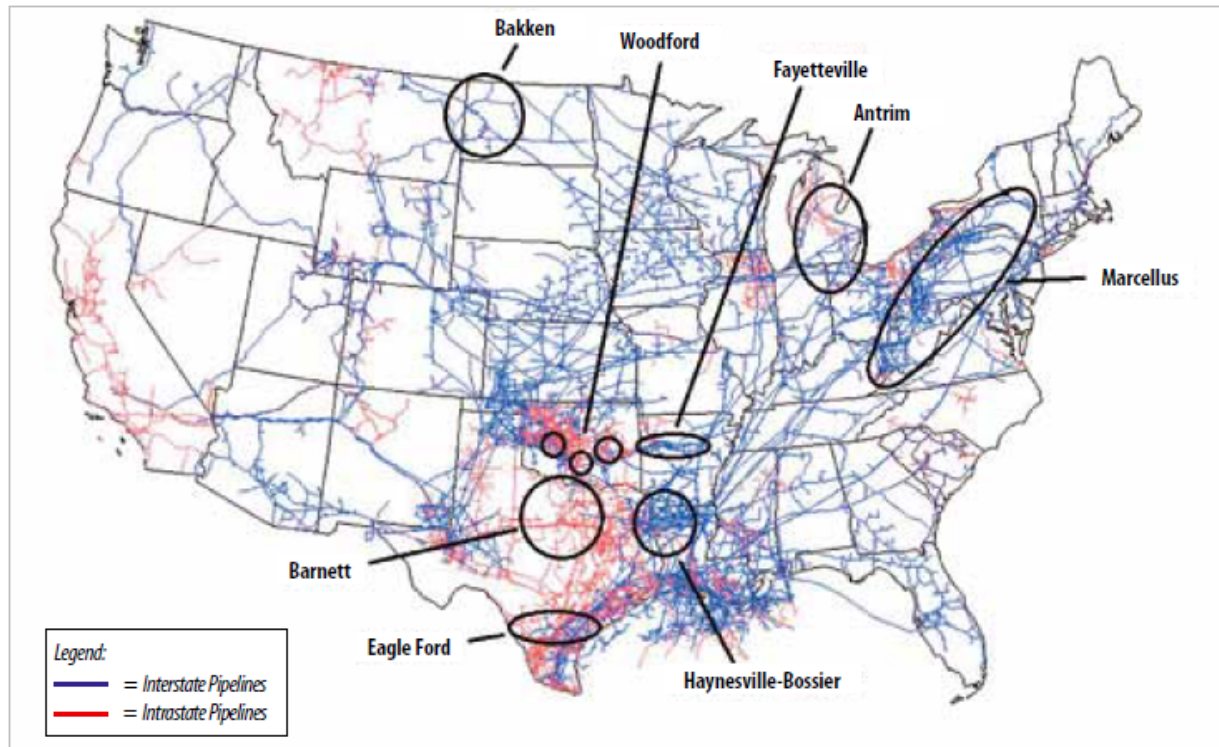


Figura 2: Malha de gasodutos dos Estados Unidos e principais áreas de exploração do gás de folhelho.
Fonte: ANP, 2012

No Brasil, (Fig. 3) as reservas de gás de “xisto” 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].

O desenvolvimento da produção de shale gas em outras regiões do planeta, 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. A China que é 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,

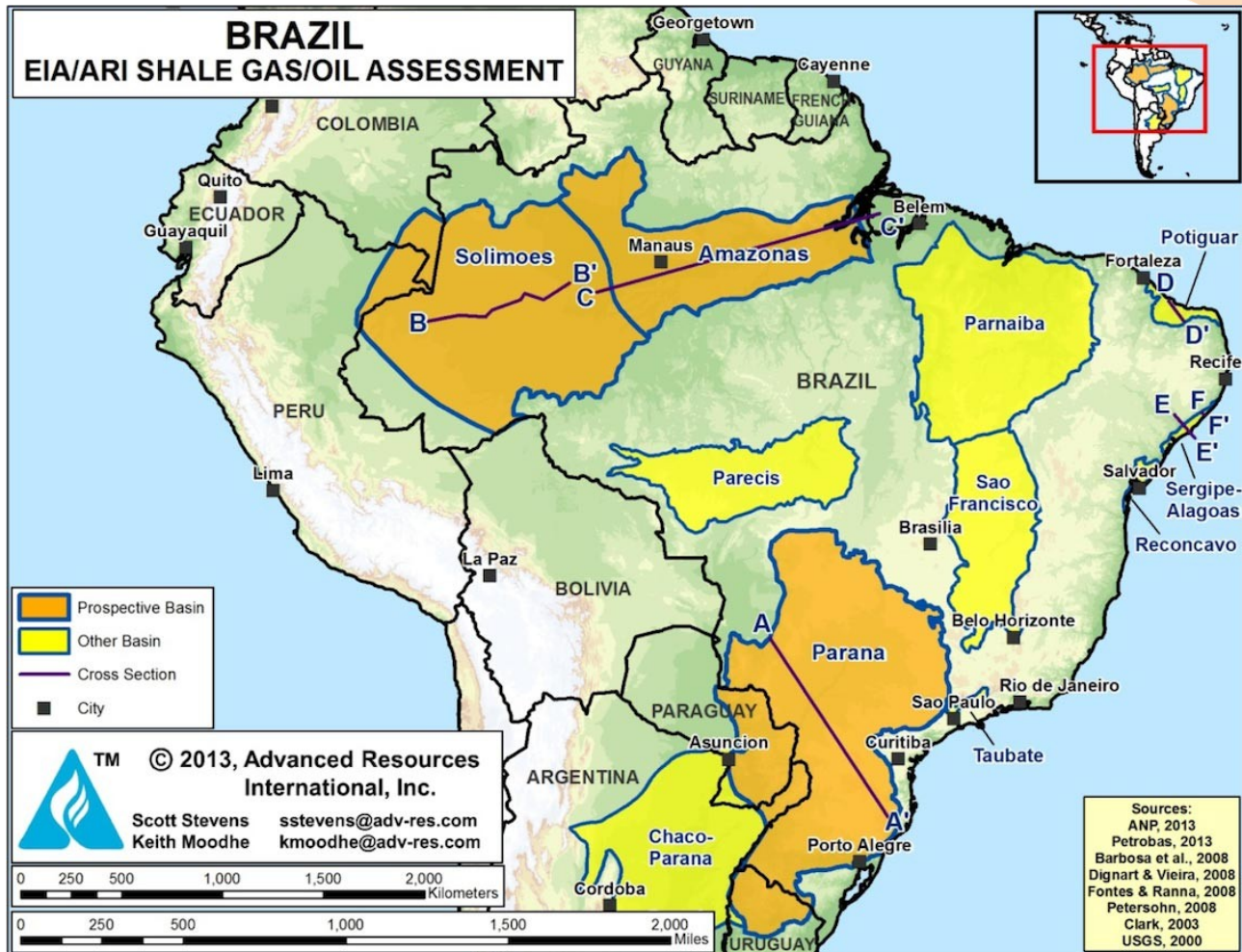


Figura 3: Bacias perspectivas e plays para óleo e gás de folhelhos no território brasileiro.

Fonte: White, 2013

2. 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 discutidos os aspectos mais comentados sobre as possíveis influências na contaminação ambiental local e geral destes recursos de hidrocarbonetos.

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 e não as características das trincas e fissuras produzidas pelo fraturamento hidráulico que atinge apenas a rocha produtiva. O fraturamento hidráulico é pratica 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.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **83° 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. Disponível em: <<http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2014/trabalhos/pdf/congestas2014-et-09-004.pdf>>. Acesso em: 12 de abril de 2016.

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. Disponível em: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/goldenrules/weo2012_goldenrulesreport.pdf>. Acesso em: 30 de março de 2016.

LAGE, E. et al. *Gás não convencional: experiência americana e Perspectivas para o mercado brasileiro*. BNDES, setorial 37, p. 33-88, 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimen to/bnset/set3702.pdf>. Acesso em: 26 de abril de 2016.

PARLAMENTO EUROPEU. Departamento Temático. *Impacto da extração de gás e óleo de xisto no ambiente e na saúde humana*, 2011. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPO-ENVI_ET\(2011\)464425_PT.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPO-ENVI_ET(2011)464425_PT.pdf)>. Acesso em: 23 de março de 2016.

TAIOLI, Fabio. *Gás de Folhelho no Brasil: Perspectivas e Dúvidas*. Anais da 65ª reunião anual da SBPC, 2013. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/65ra/PDFs/arq_2939_1011.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

TYNDALL CENTRE FOR CLIMATE CHANGE RESEARCH. *Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts*, 2011. Disponível em: <http://www.gegen-gasbohren.de/wp-content/uploads/2011/01/tyndall-coop_shale_gas_report_final.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2016.

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.