



SHALE GAS: QUESTÕES AMBIENTAIS DE SUA PRODUÇÃO

Átila Campos de Lima

Universidade Salvador, Brasil
atila.campos@hotmail.com

José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos

Universidade Salvador, Brasil
jose.anjos@unifacs.br

RESUMO

Reservas não convencionais de hidrocarboneto têm crescido significativamente no mercado mundial e, atualmente, representam importante fonte energética para países como os EUA. Este trabalho analisa os principais aspectos ambientais relacionados à exploração e à produção de gás não convencional no Brasil, despertando a atenção para a necessidade de uma regulação específica para essa nova alternativa exploratória, e os desafios à política energética brasileira. Em sua 12ª Rodada de Licitações a ANP, concedeu blocos exploratórios, com potencial para extração de não-convencional no Brasil, e posteriormente publicou a resolução nº 21/2014 regulando a sua exploração.

Palavras-chave: Gás de Xisto; Fraturamento; Meio-ambiente; Folhelho.

ABSTRACT

Unconventional hydrocarbon reserves have grown significantly on the global market and, nowadays, represent an important energetic resource of countries such as the USA. This paper analyzes the main environmental aspects related to the exploitation and the production of unconventional resources in Brazil, mainly the so called shale gas and the challenges to the Brazilian energy policy are discussed. In this 12th Bid Round ANP, awarded exploration blocks, with the potential for extracting unconventional in Brazil, and subsequently issued Resolution No. 21/2014 regulating their operation.

Keywords: Shale gas; Fracking; Environmental.

1 INTRODUÇÃO

Análises acerca da disponibilidade e viabilidade de acesso às reservas de hidrocarbonetos no mundo assumem considerável importância quando se observa a demanda energética atual.

Nesse contexto, embora os recursos de óleo e gás não convencionais sejam geralmente abundantes são mais difíceis de serem produzidos. O *shale gas*, ou gás de xisto como é denominado no Brasil, é uma fonte não convencional de energia, no qual o gás encontra-se aprisionado dentro de formações de folhelhos (rocha sedimentar de composição argilosa encontrada nas bacias sedimentares brasileiras), e que possuem como principais características as baixas porosidade e permeabilidade, dificultando, dessa forma, a exploração desses recursos (ANP, 2010).

Do ponto de vista ambiental, o uso do *shale gas* nos Estados Unidos já figurava como um combustível de transição para fontes energéticas mais limpas, porém, a discussão sobre os impactos ambientais na sua produção gira em torno da tecnologia de extração denominada de fraturamento hidráulico (*fracking*). Este

método envolve, após a perfuração de um poço na área a ser explorada, a injeção de grandes quantidades de água, areia e fluidos, geralmente patenteados, sob alta pressão para fraturamento ou desintegração da rocha sedimentar, visando viabilizar a recuperação de gás contido nas fissuras e espaços formados pelos fraturamentos (USHR, 2011).

A exploração do *Shale Gás* fez com que os Estados Unidos fossem capazes de suprir quase a metade de sua necessidade atual de consumo, com o gás produzido a partir de fontes não convencionais e calcula-se que as suas reservas potenciais seriam suficientes para manter sua demanda atual por um período adicional de quase cem anos (IEA, 2013).

No Brasil, a Agência Nacional de Petróleo (ANP) publicou a resolução 21/2014, de 10 de abril de 2014, que regulamenta as atividades de perfuração desenvolvidas pelo fraturamento hidráulico em reservatório não convencional. No qual, as estimativas preliminares apontam reservas da ordem de 226 trilhões de pés cúbicos (tcf), colocando o país como a décima maior reserva do mundo, enquanto as reservas provadas de gás natural são de 16 tcf (SBPC, 2013).

No entanto, ações judiciais movidas nos Estados da Bahia, São Paulo, Paraná e Piauí exigem o aprofundamento de estudos relativos ao impacto ambiental da exploração de gás natural não convencional no Brasil antes que as atividades sejam realizadas. Estima-se que cerca de R\$ 400 milhões em investimentos que seriam iniciados ainda no ano de 2015 foram prejudicados por essas ações que impedem a exploração de 47 blocos leiloados na 12ª rodada de licitações da Agência Nacional do Petróleo (ANP), no ano de 2013.

Avaliando o contexto de alta potencialidade de produção do *shale gas* no Brasil, bem como a vulnerabilidade das questões políticas e ambientais do país, este trabalho busca analisar os indicadores acima citados tendo como referencia o processo produtivo do gás de folhelho da Bacia do Recôncavo/BA.

2 RESERVATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS

Nos reservatórios não convencionais, os hidrocarbonetos encontram-se aprisionados em rochas com baixa porosidade e pouca permeabilidade. Dessa forma, a movimentação dos fluidos nelas contidos é bastante dificultada. É importante perceber que o termo não convencional está relacionado com as características do reservatório que tornam sua exploração mais cara, chegando a ser, muitas vezes, inviável. Além disso, as atividades para o desenvolvimento destes reservatórios são mais complexas. Nesse sentido, com o avanço do conhecimento geológico e da tecnologia disponível, os recursos não convencionais podem ser desenvolvidos a ponto de se tornarem importantes fontes de suprimento, como vem ocorrendo nos EUA e na China, por exemplo, e assim, passarem a ser considerados como convencionais através de novos processos e técnicas (ESTEVÃO, BISAGGIO e CONFORT, 2010).

2.1 O Shale Gas

O termo shale sugere uma estrutura físsil e laminar presente em certas rochas. Mas, além disso, também é utilizado para se referir às rochas sedimentares detríticas de granulação fina, compostas por silte e argila (GLORIOSO e RATTIA, 2012). O folhelho (shale) é a rocha sedimentar argilosa mais abundante na Terra.

Ela é formada por uma fração granulométrica de argila ou silte. Os grãos são depositados por decantação em 13 ambientes de baixa energia, isto é, com baixos níveis de tração, formando camadas com laminações paralelas que, eventualmente, podem conter gás confinado no espaço entre elas. Normalmente, os folhelhos derivam de dois tipos de ambientes: marinho (ricos em clorita e argilas do grupo da illita) ou de água doce (enriquecidos em montmorilonita). Dessa forma, sua composição e coloração, do vermelho amarronzado ao preto, podem variar de acordo com a rocha à que estão associados (SUGUIO, 2003).

Apesar de possuírem um alto conteúdo de matéria orgânica, os folhelhos apresentam uma permeabilidade extremamente baixa, na faixa de 0,000001 mD a 0,0001 mD (ou 1 a 100 nanoDarcies) (KING, 2010). Portanto, a exploração e produção comercial desse gás somente se tornaram viáveis depois dois avanços tecnológicos: a perfuração horizontal e o fraturamento hidráulico, que juntos conseguem aumentar a comunicação rocha-poço e contornar o problema gerado pela estrutura de laminação paralela dos folhelhos.

Gény (2010), observou que à medida que o reservatório vai sendo fraturado, o gás livre começa a fluir mais facilmente, o que resulta em um pico de produção logo no primeiro dia de produção. Além disso, verifica-se um declínio rápido da produção do poço, de 60% a 90%, ainda no primeiro ano de operação. Isso ocorre, pois conforme o gás livre vai se extinguindo, resta apenas o gás aprisionado que flui mais lentamente e, conseqüentemente, o reservatório passa a ter baixas taxas de produção por longos períodos de tempo.

Essa particularidade faz com que a produtividade dos reservatórios de *Shale Gas*, seja significativamente maior no primeiro ano de produção em comparação com as fontes convencionais de gás. Isto ocorre, pois o formato da curva de produção depende da maneira de como o gás está estocado dentro da rocha. Em decorrência desse rápido declínio na produtividade, o fator de recuperação de reservatórios de *Shale Gas* é de aproximadamente 20% a 30%, enquanto que, para reservatórios convencionais de gás, ele chega aos 80%. Entretanto, com as novas descobertas de *Shale Gas* principalmente nos EUA, estima-se que as suas reservas são bastante superiores as do gás convencional.

3 O FRATURAMENTO HIDRÁULICO

A técnica do Fraturamento Hidráulico foi desenvolvida na década de 1940 com o objetivo de melhorar a produtividade de poços estimulando um maior fluxo de hidrocarboneto, com seu primeiro teste realizado em um poço de gás no campo de Hugoton, Kansas, EUA, em 1947 (Holditch, 2007). Desde a primeira execução comercial, em 1949, estima-se que 2,5 milhões de operações de fraturamento hidráulico tenham sido executadas pelo mundo até hoje. Atualmente, o processo é bastante utilizado pelos EUA, de forma que sem esta técnica, cerca de 45% da produção doméstica de gás natural e 17% de óleo se perderiam em até 5 anos (GLOBAL INSIGHT, 2009).

A estimulação do poço consiste na injeção de um fluido específico de fraturamento que pode mudar de acordo com a rocha. O mesmo é inserido no substrato a uma pressão e vazão controladas. Com isso, fraturas são abertas e, devido a um valor de pressão que pode chegar a 8.000 psi (55 MPa), as rachaduras podem alcançar até aproximadamente 915 metros em direções variadas e largas entre 3,2 mm a 6,35 mm (CORADESQUI; SANTOS, 2013).

Após a abertura das fraturas e com o fim do bombeamento do fluido, o peso das rochas exercido sobre as rachaduras acarretará em um fechamento e uma eventual queda de produção do gás. Para impedir que esse fato ocorra, é aplicada à água uma substância granular denominada propante. Sua composição varia, sendo que as mais utilizadas são as areias tratadas com resina e propantes cerâmicos (CACHAY, 2004).

Com estas técnicas, a exploração deste gás se torna lucrativa para as empresas, que podem manter o poço por até 40 anos. O processo de instalação é geralmente de curta duração. Para a penetração de um único poço horizontal, incluindo revestimento e cimentação, são tomadas de 4 a 5 semanas, além das 4 a 8 semanas de preparação do local. O fraturamento hidráulico demora de 2 a 5 dias para ser realizado por completo (CORADESQUI; SANTOS, 2013).

4 O MERCADO INTERNACIONAL DE GÁS NÃO CONVENCIONAL

As principais reservas de *shale gas* estão localizadas na China (1.275 Tcf), seguida dos Estados Unidos (862 Tcf), Argentina (774 Tcf) e México (681 Tcf). O Brasil situa-se na décima colocação mundial (289 Tcf) de reservas tecnicamente recuperáveis desse gás (ANP, 2012). Em relação à produção, os Estados Unidos exercem a liderança. A utilização da técnica do fraturamento hidráulico, a partir do início do século XXI, causou uma expansão no mercado do país, fazendo com que o preço do gás caísse de cerca de US\$18.00/MBTU para algo em torno de US\$3.00/MBTU. Graças ao menor custo de exploração, devido principalmente à maior acessibilidade do reservatório e conseqüente menor risco, o *shale gas* é hoje responsável por mais de 20% do gás produzido nos EUA (SBPC, 2013).

De acordo com (Baker Institute (2011), o aumento da produção dos Estados Unidos foi resultado da interação de diversos aspectos, destacando: políticos; institucionais; econômicos; ambientais; geográficos e tecnológicos que viabilizaram a extração).

Esses aspectos são determinantes com 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, além de uma combinação de avanços nas tecnologias de produção propiciaram um ambiente atrativo aos investimentos em exploração e produção não convencional no país (BAKER INSTITUTE, 2011).

5 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE *SHALE GÁS*

Inicialmente, o *shale gás* nos Estados Unidos foi ambientalmente tido como uma solução alternativa ao carvão na matriz elétrica, por registrar menores emissões de gases de efeito estufa. Em 2009, por exemplo, o país dispunha de 450 GW de capacidade de geração elétrica a gás, número superior à capacidade das plantas a carvão à época. Apesar disso, as regras de despacho vigentes davam preferência às térmicas a carvão em detrimento das plantas a gás, razão pela qual os ambientalistas americanos se engajaram na defesa da exploração do *shale gás* (GWPF, 2011).

Os incentivos oferecidos pelo governo norte-americano para que se desenvolvessem as técnicas de as técnicas de produção para o shale gas, levou ao aprimoramento de técnicas que permitissem a sua produção em larga escala. Para isso foi primordial o avanço de técnicas como o fraturamento hidráulico e a perfuração direcional.

Embora bem desenvolvidas e avançadas, as técnicas de exploração do gás não convencional, principalmente o fraturamento hidráulico, são muito discutidas na sociedade quanto aos seus impactos no ambiente. Dentre eles, se destacam a contaminação das águas subterrâneas, vazamento de fluido de fraturamento e o impacto do processo exploratório na biodiversidade.

5.1 Risco do Fraturamento Hidráulico

A principal ameaça oriunda desta técnica é o risco de poluição dos lençóis freáticos e aquíferos. As fraturas, quando mal monitoradas, podem causar a migração do fluido de fraturamento para outras camadas e, devido à presença de agentes químicos presentes no mesmo, a contaminação pode ser inevitável. Uma forma de prevenção é o monitoramento sísmico que irá garantir que o fraturamento hidráulico induza atividades microssísmicas somente dentro do reservatório. No entanto, estima-se que apenas 3% da técnica realizada nos EUA foram monitoradas de forma adequada (CORADESQUI; SANTOS, 2013). Esta etapa deve ser obrigatória no processo de exploração, de forma a minimizar ao máximo os riscos existentes.

Outro risco associado é a possibilidade do fraturamento causar abalos sísmicos de baixa magnitude, em torno de 1 a 3 na escala Richter. A região de Fort Worth, próxima ao Barnett Shale, registrou cerca de 18 pequenos abalos no período entre os anos de 2008 à 2011, sendo que a área em questão não sofria terremotos durante um período de 140 anos (European Parliament: 'Policy Department - Environment, Public Health and Food Safety', 2011).

O processo de perfuração em si pode deixar resíduos químicos no ar como benzeno e metano, dois gases considerados como GEE(Gases do Efeito Estufa) e muito reativos- os compostos orgânicos voláteis(COV), e que, ao entrarem em contato com o oxigênio do ar atmosférico, pode gerar óxidos nitrogenados (NOx) formando o *smog*, contribuindo para o aumento da poluição atmosférica (EIA, 2013).

As fontes de emissões atmosféricas potenciais associadas à cadeia produtiva do shale gas podem ocorrer nos locais de perfuração durante o processo de perfuração e fraturamento bem como nas instalações auxiliares fora do sítio de produção como gasodutos e compressores.

6 BACIAS SEDIMENTARES TERRESTRES BRASILEIRAS COM POTENCIAL

As reservas prováveis brasileiras foram estimadas em mais de 200 TCF (trilhões de pés cúbicos) com a análise de apenas três bacias sedimentares: Parecis, Parnaíba e Recôncavo (EIA, 2013). Para tanto, foi feita a premissa de que os folhelhos dessas bacias são análogos aos da formação de Barnett nos Estados Unidos (COLELA, 2013). O folhelho de Barnett análogo utilizado nas estimativas tem 1.196 km³ e contém 30 TCF. Com isso, comparou-se essa reserva com os volumes das bacias brasileiras. Os resultados são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1 – Estimativa do potencial de produção de gás de folhelho em três bacias brasileiras. As dimensões dos volumes estão diferentes para melhor apresentação dos números

Volumes Recuperáveis de Gás de Folhelho Estimados em Bacias Brasileiras		
Bacia	Volume (Km³)	Volume de Gás Recuperável (TCF)
Parnaíba	2560	64
Parecis	4950	124
Recôncavo	800	20

Fonte: Adaptado de Colela 2013

Além destas três 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. Somadas, as reservas estimadas dessas quatro bacias resultam em 289 TCF.

7 A 12ª RODADA DE LICITAÇÃO E A RESOLUÇÃO 21 DE 10/04/2014 DA ANP

A 12ª rodada de licitações da ANP aconteceu em novembro de 2013. Após cinco meses, em abril de 2014, a Agência publicou a resolução Nº 21, a qual trata de aspectos técnicos e responsabilidades na operação de fraturamento hidráulico. Essa operação é essencial para a exploração de gás não convencional (especialmente gás de folhelho e tigh gás). Dois meses após o lançamento da resolução Nº 21, em junho, o Diário Oficial da União publicou o aviso de suspensão dos efeitos da licitação em blocos no Estado do Paraná.

Segundo a ANP (2014), os questionamentos judiciais são relativos a três bacias sedimentares: Paraná, Recôncavo e Parnaíba (figura 1). Com relação à Bacia do Paraná, dos 16 blocos arrematados na 12ª Rodada, 11 foram questionados judicialmente. Desses, dois tiveram as atividades suspensas exclusivamente em relação à exploração do gás de xisto, mediante a técnica de fraturamento hidráulico. Os outros nove tiveram a assinatura do contrato suspensa.

Ainda de acordo com a autarquia, na Bacia do Recôncavo, os 30 blocos arrematados tiveram as atividades suspensas exclusivamente em relação à possibilidade de exploração de recursos não convencionais

até que surja regulamentação específica do Conama. E na Bacia do Parnaíba, o único bloco arrematado não chegou a ter o contrato assinado.

Figura 1 – Áreas arrematadas na 12ª rodada da ANP afetadas por decisão judicial. (ANP, 2015)

Bacia	Número de Blocos	Empresas*	Investimento mínimo (R\$ mil)	Bônus Pago (R\$ mil)
Paraná	16	Petrobras, Petra, Bayar, Cowan, Copel, Tucumann	229.375,60	31.758,00
Parnaíba	1	Geopartk	6.337,40	920,60
Recôncavo	30	Petrobras, Trayectoria, Alvopetro, Cowan, Ouro Preto, GDF	153.216,00	79.094,70
Total	47		389.329,00	111.773,30

Nos Estados Unidos cada Estado tem sua base regulatória e alguns são divergem de outros. No entanto, leis federais que versam sobre atividades de exploração de recursos naturais, mesmo que indiretamente.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou analisar questão emergente na indústria que trata da exploração e produção de gás oriunda de reservatório não convencional, tema de extrema relevância prática, na medida em que a escassez de recursos naturais provoca a constante busca por novos recursos energéticos.

O possível desenvolvimento da produção do gás de folhelho no Brasil traz boas perspectivas para a indústria de gás nacional. Para que essas expectativas se concretizem, porém, é preciso entender as peculiaridades do mercado brasileiro de gás natural, de modo a atuar nos principais gargalos desse setor e possibilitar seu desenvolvimento. Além dos desafios gerais do desenvolvimento do mercado de gás natural no Brasil, há que se considerar os desafios específicos da exploração e produção de recursos não convencionais.

Pouco se conhece a respeito dos principais aquíferos brasileiros e nada sobre as características petrofísicas e geomecânicas do folhelho, condição essencial para a correta aplicação do fraturamento hidráulico de modo que estudos ambientais que avaliem os impactos efetivos e potenciais dessa atividade ainda deverão ser elaborados para subsidiar os órgãos ambientais competentes com elementos que lhes permitam decidir pela concessão ou não de licenças ambientais, que, segundo a nova Resolução, deverão anteceder as aprovações pela ANP.

Em resumo, os aspectos e impactos ambientais advindos das atividades de exploração de *shale gás* são relevantes, e incidentes podem ocorrer como resultado de más práticas das operadoras. Nesse contexto, uma forte regulação é importante para garantir a segurança e atendimento aos requisitos ambientais nas operações dessa indústria.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Nota Técnica nº 09/2010-SCM**, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Nota Técnica nº 345/SSM/2013**, 2013.

ANP– AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. **Boletim Anual de Preços 2012**: preços do petróleo, gás natural e combustíveis nos mercados nacional e internacional. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=59757>>. Acesso em: 3 out. 2013.

BAKER INSTITUTE. Shale Gas and U.S. National Security. **Baker Institute Policy Report**. Houston, Texas, n. 49out. 2011.

CACHAY, L.R.S. **Fluxo de Partículas de Sustentação em Poços de Petróleo Estimulados por Fraturamento Hidráulico**, dez 2004.

CORADESQUI, S.; SANTOS, P.R.D. **Análise de Viabilidade Econômica da Produção de Shale Gas**: Um Estudo de Caso em Fayetteville, 2013.

ESTEVAO, L. R. M. ; Bisaggio, H. C. ; VELOSO, L. G. ; MATHIAS, M. C. P. P. ; CONFORT, M. J. F. ; COSTA, H. H. L. M. ; MOREIRA, T. R. ; CAETANO, M. M. ; ROCHA, J. C. . **Liquefied Natural Gas in Brazil**, 2010.

GÉNY, F. **Can Unconventional Gas be a Game Changer in European Gas Markets?**, OIES NG46, Oxford: Institute for Energy Studies December, 2010.

GWPF– THE GLOBALWARMING POLICY FOUNDATION. **The Shale Gas Shock**. London: GWPF, 2011. Disponível em: <<http://www.thegwpf.org/wp-content/uploads/2012/09/Ridley-ShaleShock.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2013.

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, 2012.

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.thegwpf.org/wp-content/uploads/2012/09/Ridley-ShaleShock.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2013.

KING, G.E. Thirty Years of Gas Shale Fracturing: What Have We Learned?, **SPE Annual Technical Conference and Exhibition**, SPE 133456, Florença, Itália, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. **Carta SBPC-081/Dir**, 2013.

SUGUIO. **Geologia Sedimentar**. Editora Edgard Blucher, 2003.

UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES COMMITTEE ON ENERGY AND COMMERCE. **Chemicals used in hydraulic fracturing**, 2011.