

**SHALE GAS: RISCOS AMBIENTAIS DE SUA PRODUÇÃO PARA O BRASIL**Átila Campos de Lima<sup>50</sup>José Ângelo Sebastião Araujo dos Anjos<sup>51</sup>**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; faturamento; meio ambiente.

**1 INTRODUÇÃO**

A 12ª Rodada de Licitações de Blocos de Petróleo e Gás Natural, em 28 de novembro de 2013, buscou promover a prospecção de petróleo e gás natural em bacias terrestres, especialmente em áreas com potencial para gás e ainda pouco conhecidas geologicamente ou com barreiras tecnológicas a serem vencidas (ANP, 2014), incluído na licitação além do gás natural, o gás de xisto por fraturamento (shale gas fracking).

No início do século 21, a alta do preço do petróleo e a disponibilidade de redes de gasodutos levaram os Estados Unidos a massificar, de forma pioneira, a tecnologia do *fracking* adotada na exploração do gás de xisto, até então pouco lucrativa, e assim o uso passou de 1% para 29% da sua produção de gás (COSTA, 2013).

<sup>50</sup> Biólogo, Especialista em perícia e Auditoria ambiental, mestrando em Energia na Unifacs, atila.campos@hotmail.com

<sup>51</sup> Professor, Dsc. Em Engenharia Mineral pela Universidade de São Paulo. Professor titular da Unifacs, Professor adjunto da Universidade Federal da Bahia, jose.anjos@unifacs.br.



Do ponto de vista ambiental, o uso do *shale gás* 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 pelo fraturamento (USHR, 2011). Países como a Inglaterra, Canadá e Argentina também passaram a incentivar a produção de gás através dessa tecnologia, que, em contrapartida, está temporariamente proibida em países como a França e a Bulgária e em regiões da Irlanda, Holanda, Espanha e Alemanha.

O Parecer Técnico Nº 03/2013, do Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás (GTPEG) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), analisou as áreas ofertadas na 12ª Rodada de Licitações e alertou para o intenso uso de água, a possibilidade de contaminação de aquíferos e até a possível indução de eventos sísmicos. Essas ameaças são provenientes da forma como é feita a exploração, que exige, ao contrário do gás natural convencional – já utilizado no Brasil - técnicas diferenciadas para fraturar a estimular a produção na rocha onde o gás de xisto fica armazenado (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2014).

Estimativas preliminares apontam reservas da ordem de 245 trilhões de pés cúbicos (tcf), colocando o Brasil 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.

Das 72 áreas leiloadas na 12ª rodada de licitações da Agência Nacional do Petróleo (ANP) no ano de 2013 para exploração de gás natural arrematadas durante a Rodada, 54 apresentariam alto potencial para a produção de gás não convencional, estimando-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. A Petrobras arrematou 70% dos 72 blocos leiloados.

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 principais riscos ambientais relacionados ao processo produtivo do gás de xisto para o Brasil.

## 2 RECURSOS 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

*Shale gas* é o gás natural contido no interior de rochas argilosas (shale) com alto conteúdo de matéria orgânica e muito baixa permeabilidade (rocha mãe). Para a sua exploração é necessário perfurar poços horizontais e fraturar a rocha. (KING, 2012).

No caso especial dos reservatórios de shale gas ou gás de folhelho, sabe-se que o que representa hoje a rocha reservatório foi na verdade a rocha geradora durante o processo de maturação da matéria orgânica. Portanto, além de ser a geradora e o próprio reservatório a rocha apresenta ainda características de rochas selantes, configurando assim, um sistema petrolífero totalmente independente (SANTOS E CORADESQUI, 2013).

Do volume total de shale gas armazenado no reservatório são recuperados apenas 20 a 30% de gás. Esses valores são muito inferiores quando comparados aos R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.167-180, dez. 2015.

reservatórios de gás convencional, que possuem uma recuperação de 50 a 80% do volume total (FARAJ et. al. , 2004). Este fator de recuperação, ainda que relativamente baixo, só é possível devido às inovações tecnológicas de perfuração e completação, primordiais para o desenvolvimento dos reservatórios de *shale gas*.

## 2.2 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, 2009).

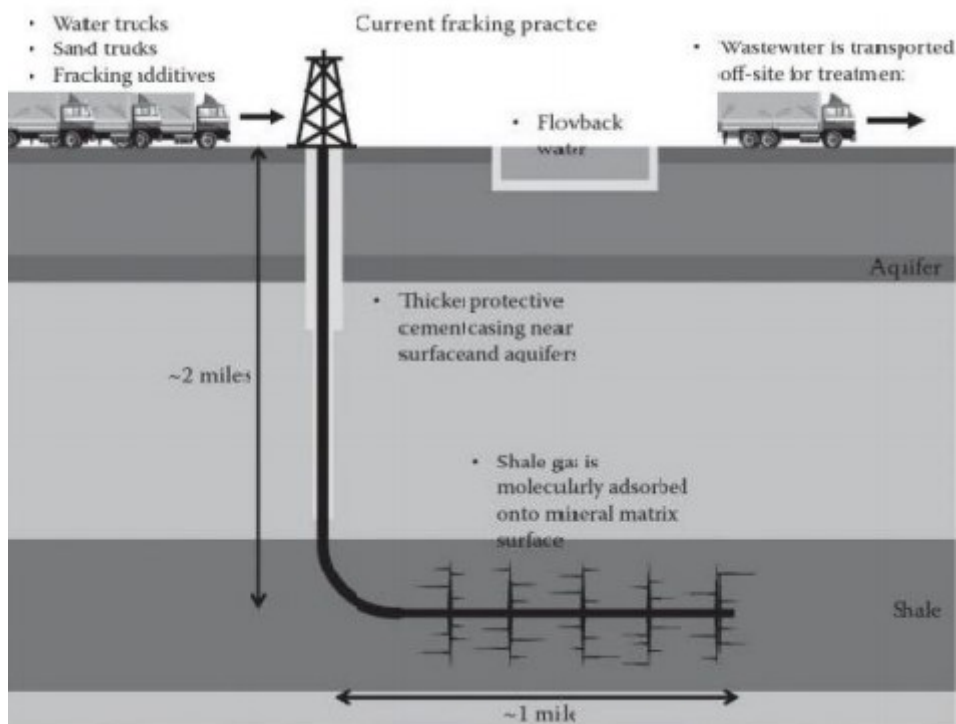
Desde a primeira execução comercial, em 1949, estima-se que 2,5 milhões de operações de fraturamento hidráulico tenham sido executadas pelo mundo até hoje. Atualmente, o processo é bastante utilizado pelos EUA, de forma que sem esta técnica, cerca de 45% da produção doméstica de gás natural e 17% de óleo se perderiam em até 5 anos (HIS 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 larguras 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).

A figura 1 representa um exemplo de fraturamento hidráulico em reservatórios de shale gas.

Figura 1: Representação de um fraturamento hidráulico em reservatório de shale gas.



Fonte: SUNGGYU et. al.

### 2.3 Riscos ambientais 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 microsísmicas 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 a 2011, sendo que a área em questão não sofria terremotos durante um período de 140 anos (EUROPEAN PARLAMENT: 'POLICY DEPARTMENT - ENVIRONMENT, PUBLIC HEALTH AND FOOD SAFETY', 2011).

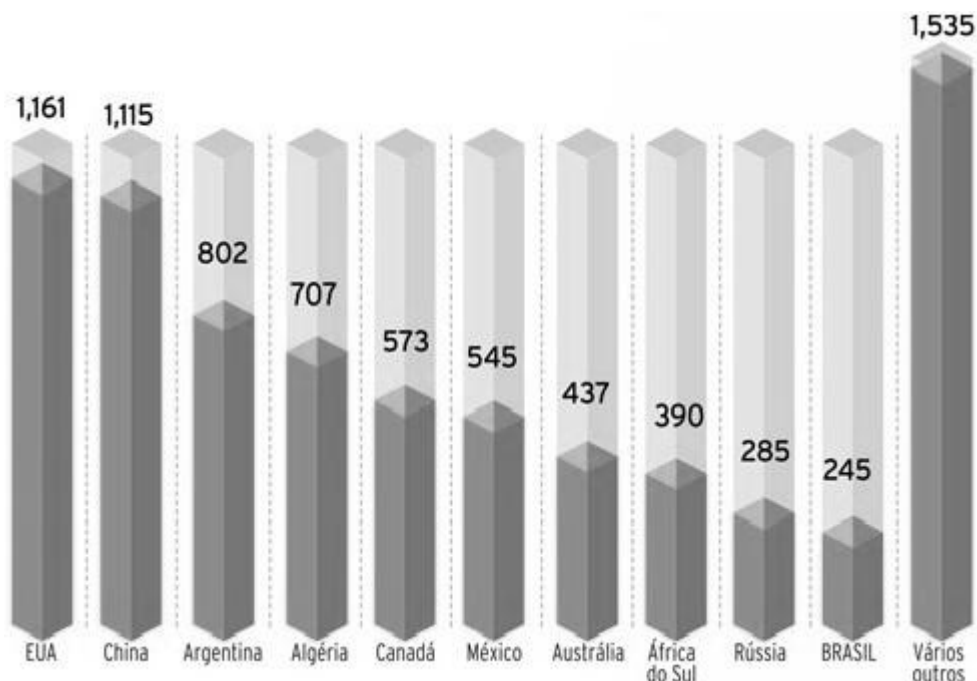
O processo de perfuração em si pode deixar resíduos químicos no ar como benzeno e metano, dois gases considerados como GEE (Gases do Efeito Estufa) e muito reativos- os compostos orgânicos voláteis (COV), e que, ao entrarem em contato com o oxigênio do ar atmosférico, pode gerar óxidos nitrogenados (NOx)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

As fontes de emissões atmosféricas potenciais associados 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.

#### **2.4 O mercado internacional de gás não convencional**

As principais reservas de *shale gas* (figura2) estão localizadas nos Estados Unidos (1.161 Tcf), seguida da China (1,115Tcf), Argentina (802 Tcf) e Argélia (707 Tcf). O Brasil situa-se na décima colocação mundial (245 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).

Figura 2: Reservas em potencial de *shale gas*.



Fonte: ANP, 2012.

De acordo com Baker Institute (2011), o aumento da produção dos Estados Unidos foi resultado da interação de diversos aspectos, destacando-se: 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).

### 3 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

km<sup>3</sup> 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.

<b>Volumes Recuperáveis de Gás de Folhelho Estimados em Bacias Brasileiras</b>		
<b>Bacia</b>	<b>Volume (Km<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume de Gás Recuperável (TCF)</b>
<b>Parnaíba</b>	2560	64
<b>Parecis</b>	4950	124
<b>Recôncavo</b>	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.

#### **4 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE SHALE GAS**

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).

A possibilidade de substituição do carvão pelo gás natural proveniente do Shale gas, de modo que o gás natural chega a emitir quase 50% a menos de gases do efeito estufa do que as termelétricas a carvão, gerou nos ambientalistas a possibilidade de avanço na matriz energética aliado a drástica redução de emissões, no entanto, incidentes relativos ao processo de fraturamento hidráulico levou a geração de cobrança as agências de regulação por condutas mais rígidas relacionadas aos



agentes químicos utilizados no fluido de fraturamento, um dos itens mais problemáticos do processo.

Os incentivos oferecidos pelo governo norte-americano para que se desenvolvessem 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.

Angel (2012) ressalta que qualquer atividade humana, em particular na atividade industrial, ou extrativista (petróleo, gás, minerais) ou de transformação (química alimentos, etc.) existem riscos para saúde, segurança e meio ambiente, que devem ser geridos de modo eficiente através das melhores práticas possíveis por regulamentos e normas impositivas.

O desenvolvimento do Shale gas nos Estados Unidos é caracterizado por uma aparente falta de consenso sobre as implicações ambientais, econômicas e sociais. Se por um lado o *Shale gas* oferece uma grande promessa como fonte de baixo custo para geração de energia elétrica, para o consumo em residências, comércio e até mesmo combustível, por outro lado gera temor acerca de seus efeitos no meio ambiente que eliminam essas perspectivas (KRUPNICK, 2013).

No Brasil, em agosto de 2013, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e a Academia Brasileira de Ciências solicitaram a presidência do país a suspensão da licitação até que estudos mais conclusivos sobre a questão fossem realizados (SBPC, 2013).

O Parecer Técnico Nº 03/2013, do Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás (GTPEG) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), analisou as áreas ofertadas na 12ª Rodada de Licitações e alertou para o intenso uso de água, a possibilidade de contaminação de aquíferos e até a possível indução de eventos sísmicos provenientes da exploração, e técnicas diferenciadas para fraturar e estimular a produção na rocha onde o gás de xisto fica armazenado (BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.167-180, dez. 2015.

Quando se analisa os aspectos tecnológicos do processo de extração do *Shale gas*, percebe-se que desde a perfuração até a retirada do gás, fornecem condicionantes para impactos no meio ambiente principalmente no tangente a possibilidade de contaminação de águas subterrâneas, águas superficiais, abalos sísmicos, contaminação atmosférica quando não tomadas as boas práticas de segurança de modo que os desafios para a indústria, órgãos reguladores e ambientalistas será de garantir que os processos sejam aperfeiçoados e monitorados para que se assegure a proteção do meio ambiente, saúde e segurança pública.

## **5 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 N° 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 N° 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 3). 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.

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.

Figura 3: Áreas arrematadas na 12ª rodada da ANP afetadas por decisão judicial.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.167-180, dez. 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
<b>Total</b>	<b>47</b>		<b>389.329,00</b>	<b>111.773,30</b>

Fonte: ANP, 2015.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

Para que essas expectativas da possível produção do gás de folhelho no Brasil se concretizem, é preciso entender as peculiaridades do mercado brasileiro de gás natural, de modo a atuar nos principais gargalos desse setor e possibilitar seu desenvolvimento. É preciso também se que 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 face dos aspectos levantados, ficam claros os diferentes discursos por parte das instituições e órgãos envolvidos na exploração do gás de xisto e sua inserção no aproveitamento energético, representados no Ministério de Minas e

Energia, ANP, Petrobras e Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e, por outro lado, de pesquisadores ligados à academia e a movimentos sociais organizados.

Os aspectos e impactos ambientais advindos das atividades de exploração de *shale gas* 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.

## **SHALE GAS: ENVIRONMENTAL RISKS TO PRODUCTION IN BRAZIL**

### **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.

### **REFERÊNCIAS**

ANGEL,C. Gas no convencional em espana, uma oportunidade de futuro. Consejo Superior de Colegios Ingenieros de Minas. Madrid 2013. Disponível em: [http://ingenierosdeminas.org/documentos/130312\\_informe\\_gas.pdf](http://ingenierosdeminas.org/documentos/130312_informe_gas.pdf) . Acesso em: 09 jun. 2015.

ANP. Concluída a 12ª Rodada de Licitações. Disponível em <http://www.anp.gov.br/?id=2809> . Acesso em: 09 dez. 2014.

APN. Parecer Técnico nº 242/2013. Disponível em [http://www.apn.org.br/w3/images/2013/11/parecer\\_tecnico\\_242\\_2013.pdf](http://www.apn.org.br/w3/images/2013/11/parecer_tecnico_242_2013.pdf). Acesso em: 09 dez. 2014.

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

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.167-180, dez. 2015.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Parecer Técnico Nº 03/2013. Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás (GTPEG) do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em [http://www.brasilrounds.gov.br/arquivos/Diretrizes\\_Ambientais\\_GTPEG\\_12a\\_Rodada/Parecer/Parecer\\_GTPEG\\_R12.pdf](http://www.brasilrounds.gov.br/arquivos/Diretrizes_Ambientais_GTPEG_12a_Rodada/Parecer/Parecer_GTPEG_R12.pdf) . Acesso em: 03 mar. 2015.

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

COLELA, O. National Oil and Gas Agency (ANP), Reservas Brasileiras de Gás Convencional e Potencial Para Gás Não Convencional. 2013.

COSTA, Antonio Luiz M. C. O bagaço da terra. Carta Capital. Ano XIX, nº775, São Paulo, 20/11/2013.

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.

FARAJ, B.; WILLIAMS, H.; ADDISON, G.; MCKINSTRY, B. Gas Potential of Selected Shale Formations in the Western Canadian Sedimentary Basin. GasTIPS. Texas, EUA: Hart Energy Publishing, 2004.

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 mai. 2013.

HIS Global Insight. 2009. Measuring the economic and energy impacts of proposals to regulate hydraulic fracturing.

HOLDITCH, Stephen A.; LEE, W. John. Keys To Realizing Potential Of Unconventional Gas. Offshore Technology Conference held in Houston .Texas, EUA, 2009.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.167-180, dez. 2015.

KING, G.E. What every representative, environmentalist, regulator, reporter, investor, university researcher and engineer should know about estimating frac risk and improving frac performance in unconventional gas and oil wells. Society of Petroleum Engineers. 2012.

KRUPNICK, A.; GORDON, H; OLMSTEAD, S. Pathways to dialogue: what the experts say about the environmental risks of Shale gas Development. Resources For The Future. 2013

Lehtembömer, S.; Altmann, M.; Capito, S.; Matra, Z.; Weindorf, W.; Zittel, W. 2011 European Parliament: Policy Department - Environment, Public Health and Food Safety. Impacts of Shale Gas and Shale Oil Extraction on the Environment and on Human Health. p. 1-88

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

SBPC. SBPC e ABC pedem mais pesquisas sobre eventuais danos ambientais da exploração do gás de xisto. Disponível em <http://www.sbpcnet.org.br/site/noticias/materias/detalhe.php?id=1902>. Acesso em: 03 de ago. de 2014.

United States House of Representatives Committee on Energy and Commerce. 2011. Chemicals used in hydraulic fracturing.