



ASPECTOS AMBIENTAIS E LEGAIS DO MÉTODO FRATURAMENTO HIDRÁULICO NO BRASIL

Eduardo Sanberg – esanberg@ucs.com.br – eduardo.sanberg@hotmail.com
Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental – Pós-Doutorado.
Endereço: Avenida Francisco Getúlio Vargas 1.130, Bairro Petrópolis. Centro de Ciências Jurídicas
Bloco 58, sala 310.
CEP 95070-560 – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul.

Nara Raquel Alves Gocks - nararaquel@gocks.com.br
Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental – Mestrado.
Endereço: Avenida Francisco Getúlio Vargas 1.130, Bairro Petrópolis. Centro de Ciências Jurídicas
Bloco 58, sala 310.
CEP 95070-560 – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul.

Sérgio Augustin – sergio.augustin@gmail.com
Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental – Coordenador.
Endereço: Avenida Francisco Getúlio Vargas 1.130, Bairro Petrópolis. Centro de Ciências Jurídicas
Bloco 58, sala 310.
CEP 95070-560 – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul.

Luiz Alberto Vedana – luizvedana@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Departamento de Geoquímica –
Doutorado.
Rua Bento Gonçalves 9.500. Bloco I Prédio 43113 Sala 207.
CEP 91501-970 / Caixa Postal: 15001 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul.

Cíntia Tavares Pires da Silva – cintiatps@gmail.com
Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental – Mestrado.
Endereço: Avenida Francisco Getúlio Vargas 1.130, Bairro Petrópolis. Centro de Ciências Jurídicas
Bloco 58, sala 310.
CEP 95070-560 – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul.

Resumo

A crescente demanda por energia, associada à evolução tecnológica, vem propiciando a introdução de fontes alternativas na matriz energética mundial. Estas novas fontes, renováveis ou não, são capazes de impactar o sistema natural, a sociedade e a economia mundial. É o caso do método de prospecção de gás, denominado fraturamento hidráulico, que vem sendo implementado nos E.U.A., de forma expressiva, desde o início do século. Como resultado, diversos impactos ambientais, sociais e econômicos relacionados ao método estão sendo diagnosticados neste país. Alguns positivos, outros negativos. 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 presente artigo apresenta um apanhado de informações básicas sobre o método, com destaque para os aspectos técnicos e ambientais da tecnologia. Ao final, é descrito um panorama relacionado ao método no mundo, com destaque aos E.U.A, por terem sido pioneiros na sua implementação (onde os efeitos estão em um



estágio mais avançado) e no Brasil, onde remanescem discussões acerca do tema e suas potenciais implicações, com destaque aos aspectos legais e ambientais.

Palavras Chave: Fraturamento-hidráulico; Energia; Gás, Impactos ambientais.

ENVIRONMENTAL AND LEGAL ASPECTS OF HYDRAULIC FRACTURING METHOD IN BRAZIL

Abstract

The growing demand for energy, coupled to technological developments, is providing the introduction of alternative sources in the world's energy matrix. These new sources, renewable or not, are able to impact the natural system, society and the world's economy. It is the case of gas prospecting method, called hydraulic fracturing, which is being extensively implemented in the U.S. since the beginning of the century. As a result, environmental, social and economic impacts, related to the method are being diagnosed in this country. Some positive, others negative. Nowadays, it is noted a clear intention of Oil and Gas Companies in expanding this methodology across the world, however, the major part of nations do not have a consensual response about the inclusion of the method in their respective energy matrices. This article presents an overview of basic information about the method, with emphasis on technical and environmental aspects. At the end, an international scenario related to the method is described, with highlight to the U.S., which was pioneer on its implementation (where the effects are more advanced) and in Brazil, where discussions about potential implications remain, particularly regarding legal and environmental aspects.

Keywords: Hydraulic Fracturing-, Energy, Gas, Environmental Impacts.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação do planeta, em especial a partir da revolução industrial de 1800, está acompanhada pela crescente necessidade de oferta de bens minerais e energéticos. Em busca de um equilíbrio entre a ocupação e o consumo, o conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo gradualmente incorporado, junto à população, em diversas escalas (pequenas comunidades, cidades, estados, países).

Juntamente com o conceito de desenvolvimento e ocupação sustentável, outros termos de origem essencialmente técnica vêm sendo empregados e convenientemente popularizados. É o caso dos termos: reservas e recursos minerais ou energéticos, que, embora, na maioria dos casos sejam aplicados como sinônimos, tecnicamente, possuem significados distintos.

Reservas são depósitos de algum bem mineral ou energético, já descobertos, e que, no tempo presente, podem ser explorados de acordo com a Lei. Recursos, por outro lado, constituem a quantidade total de algum material, que pode se tornar disponível para uso futuro, desde que haja tecnologia para prospecção, regulamentada, em conformidade com a Lei (MME, 2013; PRESS ET AL., 2006).

Ao sabor da evolução tecnológica evoluem as alternativas para obtenção de energia. Segundo U.S. Energy Information Agency, (2001), em 1920-1925 a matriz energética norte americana passou a operar, predominantemente, a partir da queima de combustíveis fósseis, não renováveis¹, tais como petróleo, gás natural, carvão e, subordinadamente, com o uso de fontes alternativas (usinas hidrelétricas, atômicas, eólicas, solares, entre outras). A matriz energética mundial segue o modelo norte-americano, com exceções localizadas. No Brasil, por exemplo, usinas hidrelétricas são

¹ Recursos não renováveis são recursos que não se renovam e provavelmente serão esgotados, dentro da escala de uso humana.



consideravelmente importantes enquanto que na China, a queima do carvão é comum. Segundo MME, 2013, as fontes de energia renováveis vêm ganhando importância nas últimas três décadas.

Em virtude da evolução das tecnologias de pesquisa e prospecção para reservas de petróleo e gás (ex. métodos de geofísica e perfuração), foi viabilizada, uma nova técnica para extração de gás, denominada fraturamento hidráulico. O fraturamento hidráulico, ou *fracking*, como se popularizou nos meios de comunicação, consiste numa série de procedimentos físico-químicos que resultam no rompimento de camadas profundas (>2.500 metros) de rochas sedimentares denominadas folhelhos que, dentro das suas estruturas armazenam gás e, subordinadamente óleo. A aplicação da técnica se encontra em franco desenvolvimento nos Estados Unidos da América e serve para obtenção do denominado gás não convencional, ou gás de folhelho, ou ainda, como se popularizou no Brasil, gás de xisto. As figuras 1 e 2 apresentam, em linhas gerais, as principais diferenças entre o processo de extração do gás convencional e do gás não convencional (obtido por fraturamento hidráulico).

Embora utilizado pelos meios de comunicação, o termo gás de xisto não é tecnicamente correto. O gás não convencional é extraído de rochas sedimentares, de textura silto-argilosa, ricas em matéria orgânica, com estratificação plano-paralela, que foram submetidas a aumentos de temperatura e pressão e processos de litificação². Em português, o termo xisto, foi traduzido do termo *schiste*, que significa folhelho em francês. Embora equivocado, o termo gás de xisto vem sendo associado com a designação norte-americana para a técnica. Em inglês, o termo *shale* significa folhelho, e o gás obtido pelo fraturamento hidráulico é denominado em inglês, *shale gás*.

Ao observar as experiências dos E.U.A., que agregou o gás não convencional na sua matriz energética, de forma expressiva, em menos de duas décadas, é possível formular um entendimento preliminar acerca dos impactos ambientais, sociais e econômicos do método, caso implementado no Brasil.

Observações preliminares apontam para a viabilidade da “transformação” dos recursos “folhelhos brasileiros profundos” em uma reserva energética, capaz de impactar o país em diversos setores. No entanto, as controvérsias acerca da inclusão desta metodologia na matriz brasileira não se limitam aos aspectos ambientais. Os diversos aspectos inerentes a técnica são apresentados ao longo da publicação.

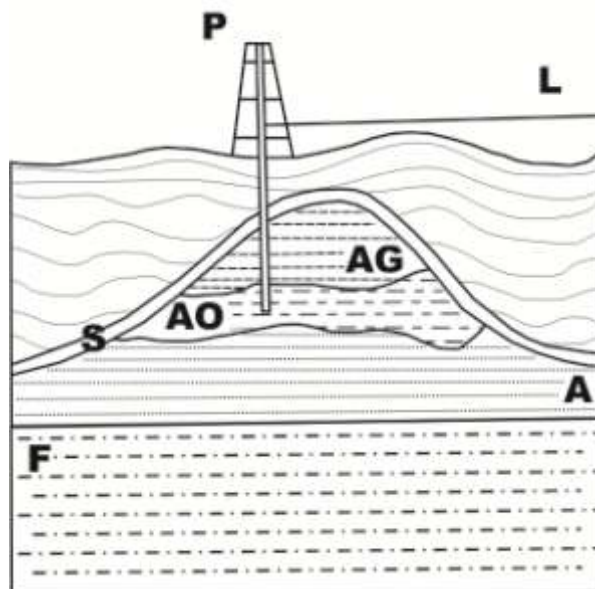


Figura 1: Modelo esquemático para extração de gás convencional (fora de escala). Existem outros tipos de armadilhas naturais para acúmulo de gás e petróleo, via de regra, associadas a falhamentos e deformações geológicas. A figura apresenta uma acumulação em um dobramento, que serviu de

² Processos físico-químicos formadores das rochas sedimentares.



armadilha (ou trapa) gás e óleo. A camada selante S impediu que os recursos acendessem para a superfície. O gás (AG) e o óleo (AO) ocorrem associados em fases distintas, dentro de rochas porosas devido a diferença de densidades. A camada A representa uma parcela do reservatório (rocha porosa) que não contém gás ou óleo. A camada F representa uma rocha sedimentar de baixa porosidade, incapaz de acumular gás, óleo ou água. P representa o poço de extração e L a linha de transmissão que conduz para uma usina.

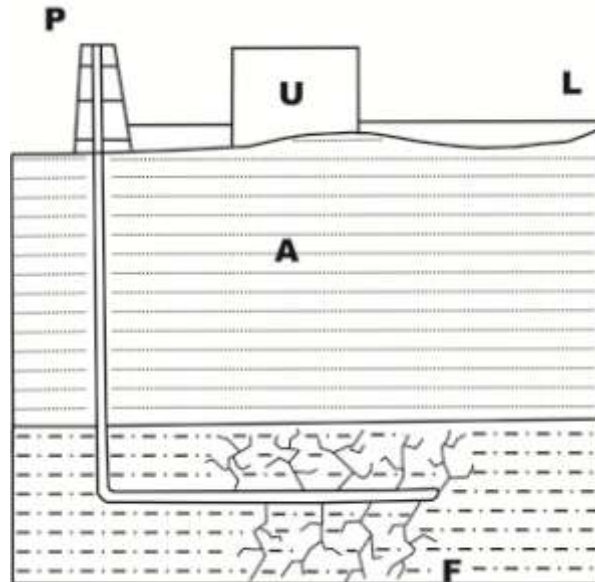


Figura 2: Modelo esquemático para reservatórios de gás não convencional (fora de escala). As profundidades perfuradas podem alcançar mais de 2.500 metros. A camada F representa um folhelho que sofreu fraturamento hidráulico. A camada A representa camadas superiores que podem conter água (aquíferos³). P representa o poço de extração, U é a usina de pré-tratamento e L a linha de transmissão que conduz para uma usina de maior porte.

2. OBJETIVOS

Este artigo foi elaborado pelo Grupo de Pesquisas do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Direito Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, que conta com cientistas de diferentes áreas, dentre elas, geologia e direito. O grupo de pesquisas tem como principal intenção abordar questões ambientais, com um enfoque técnico, para disponibilização de dados e interpretações capazes de suportar debates e decisões jurídicas.

O principal objetivo deste artigo é aproximar os acadêmicos de diferentes áreas, de termos essenciais e implicações que orbitam sobre a incorporação do método fraturamento hidráulico à matriz energética brasileira. O artigo apresenta uma revisão do método e seus impactos, além de uma breve abordagem dos acontecimentos recentes, relacionados ao tema, ocorridos no Brasil e outros países.

3. FRATURAMENTO HIDRÁULICO - O MÉTODO

Resumidamente, o método é iniciado pela perfuração de um ou mais poços, até camadas de folhelhos, que podem estar posicionados em profundidades superiores a dois mil metros. Ao atingir uma profundidade pré-determinada durante a etapa de pesquisa, o poço é horizontalizado, de forma que secciona, paralelamente, as camadas de folhelhos. Neste poço, é injetada, sob altas pressões, uma

³ Aquífero: Unidade geológica capaz de reter e transmitir água através de seus poros ou fraturas (CPRM, 2006).



solução, composta por água, areia e compostos químicos diversos (denominada solução de fraturamento). Durante estas injeções, os folhelhos que estão dentro da área de influência do poço são fraturados e estas fraturas são mantidas abertas por produtos presentes na própria solução. Após, a solução residual é bombeada para fora do poço e disposta para tratamento e/ou destinação.

Como resultado do fraturamento das camadas de folhelho, há uma abrupta liberação de gases (metano, propano, nitrogênio, dióxido de carbono, entre outros) e quantidades subordinadas de óleo bruto. O alívio de pressão gerado pela própria abertura do poço, associado com a diferença de densidade do gás, faz com que o poço perfurado sirva como um canal preferencial de migração para captura do gás em superfície. Em superfície, este poço é conectado a uma usina para pré-refino e a uma linha de transmissão de gás, que conduz para uma refinaria de grande porte. A figura 3 apresenta as etapas descritas.

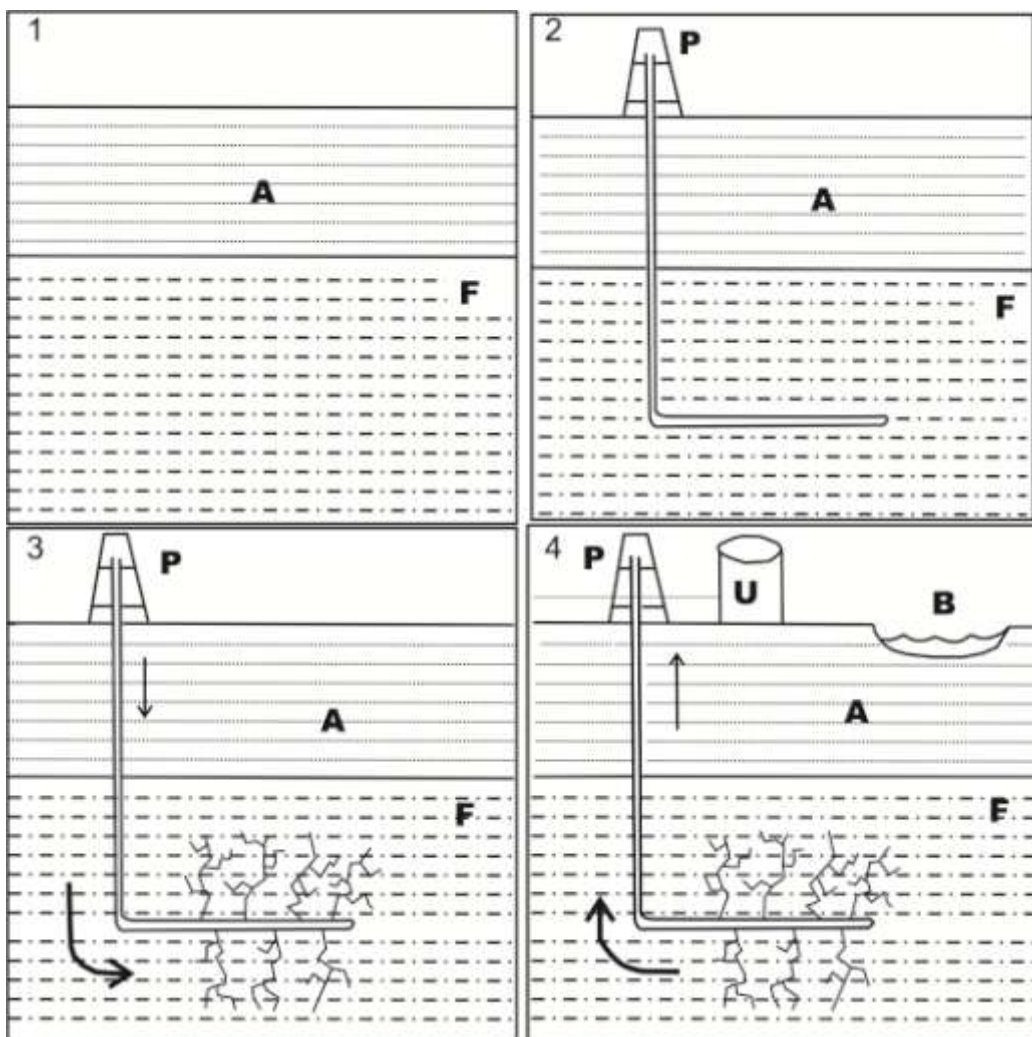


Figura 3: Etapas de prospecção de gás não convencional por fraturamento hidráulico. Modelo simplificado fora de escala. Quadro 1: A camada F representa um folhelho. A camada A representa as camadas superiores que podem conter água (aquíferos). Quadro 2: Representação do primeiro estágio do processo, onde P é o poço de injeção/extração. Quadro 3: Representação da injeção da solução de fraturamento hidráulico que gera fraturas nas camadas de folhelhos. Quadro 4: Devido ao alívio de pressão, o gás que estava contido nos folhelhos é liberado e migra para a superfície através do duto preferencial (poço). O gás é conduzido ao pré tratamento em uma usina local (U) e transmitido por uma tubulação para uma Usina de maior porte e posterior distribuição. A bacia de acúmulo B representa numa área para armazenamento temporário de efluentes líquidos.



Em virtude das camadas apresentarem formas de poliedro de três dimensões, o método é repetido sucessivas vezes em uma malha de poços, de forma que as camadas de folhelhos sejam alvo de uma extração efetiva. Dessa forma, tem-se uma área denominada “campo de poços de extração de gás não-convencional por fraturamento hidráulico”.

Dados de produção publicados até o momento demonstram que o tempo de vida economicamente útil de um poço atinge, via de regra, dois a três anos de operação. (SCHEIBE ET AL, 2013). Experiências nos E.U.A. mostram que o gás remanescente, que não apresenta viabilidade econômica para captação, normalmente é queimado no próprio local (FOX, 2010). A finalização de um poço ocorre quando há condições laborais adequadas para selamento com concreto. O encerramento de um campo de extração consiste numa etapa de mais de uma década, capaz de causar impactos sócio-ambientais caso não seja realizada de forma planejada e monitorada.

3.1 Impactos Ambientais Relacionados ao Fraturamento Hidráulico

A implementação do método consiste numa série de etapas, que iniciam com a perfuração do poço de extração e encerra-se com a finalização de um campo de poços. Os impactos ambientais serão descritos a seguir:

3.2 Impactos Ambientais Durante a Sondagem e Instalação dos Poços

O primeiro equipamento a aportar em um campo de extração por fraturamento hidráulico é a plataforma de perfuração. A plataforma de perfuração consiste numa estrutura metálica, semelhante àquelas observadas em plataformas de prospecção de petróleo em águas profundas, que dá sustentação a uma perfuratriz acoplada a um sistema computadorizado de direcionamento da sondagem.

O procedimento de perfuração com o uso deste equipamento permite que a sondagem seja horizontalizada em profundidades pré-determinadas com uma precisão de poucos metros. Sondagens nos campos de extração de gás não convencional na Pensilvânia EUA, alcançam profundidades da ordem de 2.500-3.000 metros. (EPA, 2012) Este tipo de perfuração demanda um aporte de água e fluidos naturais/sintéticos, essenciais ao desenvolvimento da sondagem. Segundo FOX, 2010, para perfuração de um poço de 2.500 m de profundidade, são utilizados aproximadamente 10 milhões de litros de água e fluidos de perfuração.

Os fluidos de perfuração têm diferentes composições e finalidades. Alguns fluidos, formados por argilas e outros materiais, servem para selar as paredes do poço e minimizar o caimento das camadas perfuradas para dentro das sondagens, outros são lubrificantes sintéticos à base de petróleo, que servem para lubrificar a broca de perfuração e facilitar a expulsão dos materiais perfurados (GUIMARÃES E ROSSI, 2007). Os fluidos de perfuração podem conter concentrações traço de metais, tais como bário, chumbo, arsênio, estrôncio, urânio e compostos orgânicos derivados de petróleo. Os volumes de água e fluidos de perfuração envolvidos são variáveis em diferentes locais, conforme a profundidade e natureza geológica do subsolo.

Os fluidos de perfuração para poços profundos apresentam composições químicas capazes de gerar impactos nas águas subterrâneas dos aquíferos mais rasos seccionados pela sondagem. Para evitar esta influência e proteger os aquíferos mais rasos que os folhelhos, as sondagens devem ser realizadas dentro de um revestimento capaz de impermeabilizar as paredes do poço. Rompimentos neste revestimento podem acarretar em vazamentos de líquidos e gases para os aquíferos posicionados em profundidades mais rasas.

A primeira etapa (perfuração/instalação do poço) é considerada finalizada quando o poço está instalado e pronto para receber os fluidos de fraturamento hidráulico. Salienta-se que a seção filtrante do poço (canos ranhurados) é utilizada apenas das camadas de folhelhos. O restante do poço é totalmente revestido (canos lisos).

3.3 Impactos Ambientais Durante a Injeção e Recuperação da Solução de Fraturamento Hidráulico

Após a instalação do poço dentro da camada de folhelhos, é realizada a injeção, sob altas pressões, de uma “solução de fraturamento”. A injeção propicia, por ação físico-química, o fraturamento das rochas (folhelhos), posicionadas em profundidade, através de um processo denominado por de canhoneamento (ANP, 2013).

A solução de fraturamento, composta por água, areia e uma mistura de hidrocarbonetos, consiste em patente registrada e protegida de cada empresa. As composições específicas e concentrações envolvidas não foram divulgadas. Até o momento, foi disponibilizada por empresas de prospecção norte-americanas, uma lista de aproximadamente 60 compostos contidos na solução. Nesta lista, constam diversos compostos sintéticos, como por exemplo: benzeno, tolueno, xilenos, etilbenzeno, surfactantes variados, hidrocarbonetos organoclorados, entre outros compostos (poli)alifáticos e (poli) aromáticos, todos considerados tóxicos à saúde humana.

Por mais que sejam regulamentadas e cautelosas, as formas de isolamento dos poços, que visam proteger os aquíferos mais rasos de interações com a solução de fraturamento, estes métodos estão longe de ser considerados confiáveis (FOX, 2010). Centenas de denúncias e reportagens mostram impactos em aquíferos rasos e intermediários decorrentes da implantação do fraturamento hidráulico nas imediações. O alcance das plumas de contaminação de fase dissolvida e gasosa no aquífero pode variar em decorrência de volumes vazados, concentrações de contaminantes na solução, aspectos geológicos locais e presença de águas superficiais e poços de abastecimento na região.

Após o processo de injeção sob altas pressões, cerca de 50-60% do volume total da solução é recuperada. O subsolo retém o restante. A solução recuperada recebe diferentes designações técnicas: ex. água de produção, água de *fracking* (*frackwater*), água recuperada, solução de recuperação, água de refluxo, entre outros.

A solução recuperada é armazenada, de forma temporária, em bacias escavadas em superfície. Os perfis construtivos das laterais e da base destas “piscinas de acumulação” não são totalmente padronizados. Alguns estados dos E.U.A. apresentam regulamentações técnicas específicas de forma que os riscos de acidentes com extravazamentos e infiltrações sejam minimizados, no entanto a passagem dos efluentes pelas zonas de acúmulo é apenas uma parte do processo de gerenciamento.

As bacias de contenção temporárias dos efluentes líquidos, observadas nos campos de fraturamento hidráulico, possuem alta vulnerabilidade para vazamentos por extravazamentos, em especial nos períodos chuvosos. Assim que o poço é finalizado, a bacia é drenada por caminhões capazes de transportar resíduos perigosos, que destinam os líquidos para estações de tratamento ou para incineradores específicos.

Em suma, além dos riscos de extravazamento e/ou infiltração, há ainda os riscos de transporte e destinação. Segundo o regramento ambiental brasileiro, é procedimento padrão que todos os caminhões devam estar habilitados, registrados e em condições de realizar a atividade específica de transporte de resíduos perigosos, fatores estes, que não eliminam a possibilidade de acidentes nas estradas ou nos respectivos destinos (ETEs ou incineradores). Salienta-se que o Brasil possui poucos empreendimentos, licenciados, capazes de receber tais resíduos.

Outro aspecto relevante é o fato de haver um desconhecimento sobre composição específica destes efluentes. A legislação norte americana protege as empresas por questões de sigilo industrial e em virtude da isenção das empresas de prospecção no *Clean Water Act*, que proíbe nos Estados Unidos, atividades que envolvam impactos em aquíferos que servem para abastecimento humano.

No Brasil, por se tratar de um assunto de interesse público e alto potencial poluidor, a composição química destes efluentes deverá ser previamente reportada aos órgãos competentes e às estações de destino. Ressalva-se ainda que, conforme a Resolução CONAMA 420/2009, a área do poço de extração, especialmente, da bacia de armazenamento temporário de efluentes, passa a ser considerada como Área Suspeita de Contaminação, demandando, de imediato, estudos futuros, tais

como Avaliação Ambiental Confirmatória, Avaliação Ambiental Detalhada, Avaliação de Riscos entre outros.

No caso das regiões sudeste, centro-oeste e sul do país, ressalva-se que os folhelhos, com potencial presença de gás contido, encontram-se em formações intermediárias de um aquífero de proporções continentais, denominado Aquífero Guarani. Segundo MACHADO, 2005, a porção norte do aquífero Guarani, posicionada dentro do território brasileiro consiste numa área de recarga regional. Em outras palavras, as águas infiltradas no subsolo destas regiões representam as águas mais jovens do Aquífero Guarani. Ocorrências de impactos derivados da solução de fraturamento hidráulico nas águas do Aquífero Guarani serão iminentes caso o método seja implementado no centro-sul do Brasil.

A figura 03 apresenta uma seção geológica, elaborada pelos professores Scheibe et al (2013), para simplificar o entendimento acerca do aquífero Guarani em Santa Catarina. A figura mostra a posição das camadas de folhelhos, em meio a unidades geológicas mais porosas, capazes de reter e transmitir água potável.

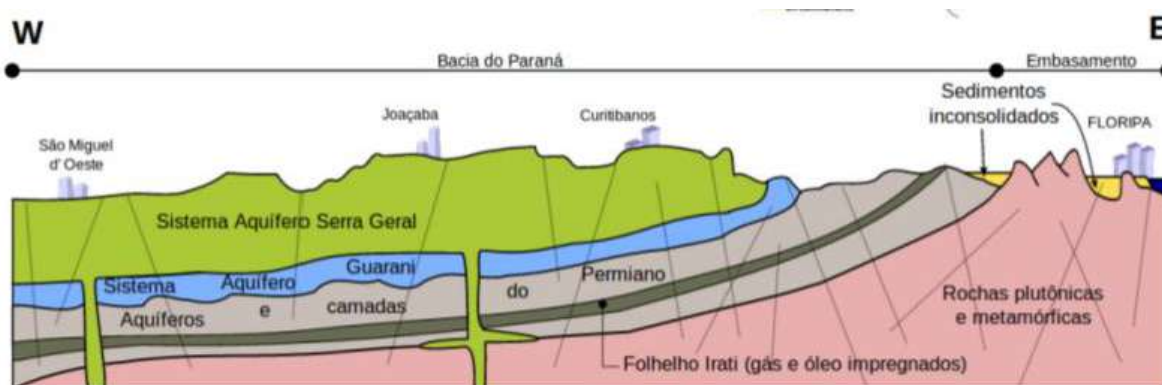


Figura 3: Seção Geológica Modelo para Geologia de Santa Catarina (SCHEIBE ET AL., 2014)

3.4 Impactos durante a extração de gás

O gás liberado dos folhelhos traz consigo, além da umidade, uma série de compostos orgânicos sob a forma líquida (condensada). Cada poço de fraturamento hidráulico possui uma usina de pequena capacidade associada que, submete o gás extraído do poço a altas temperaturas ($>100^{\circ}\text{C}$), capazes de diminuir drasticamente a umidade e os teores de hidrocarbonetos voláteis da solução de fraturamento. Após, o gás é conduzido para um duto que conduz o gás para o re-refino em uma estação específica.

O líquido denominado “condensado de gás” é considerado um dos resíduos do fraturamento hidráulico. Uma parcela destes líquidos é armazenada em tanques aéreos, posicionados ao lado do poço de produção, outra parcela remanesce no meio natural, podendo permanecer contida nas camadas de folhelhos, vaziar pelos tubos revestidos do poço e contaminar aquíferos posicionados em profundidades inferiores. Uma última parcela do resíduo “líquido condensado” é carregada com os volumes destinados aos gasodutos que devem estar conectados a uma estação específica que conduz o gás para onde será re-refinado. As estações finais de refino de gás, via de regra, queimam o condensado em *flares*, ou queimadores.

O próprio gás liberado a partir dos folhelhos pode vir a formar uma fase gasosa de contaminação nos poros do aquíferos mais rasos. A composição específica do gás de fraturamento hidráulico é muito variável. Além de metano e água, foram encontradas referências indicando a presença de nitrogênio, oxigênio, propano, etano, óxido de carbono, gases nobres, sulfeto de hidrogênio e, compostos derivados da solução de fraturamento (benzeno, tolueno, xilenos, organoclorados, entre outros) (FOX, 2013).



O gás tenderá a migrar, por diferença de densidade, em direção a superfície. Esta migração terá como direção preferencial os pontos de alívio de pressão, tais como fraturas e falhamentos geológicos e zonas de elevada porosidade. Estas zonas correspondem aos aquíferos que possuem maiores disponibilidade e quantidade de água. Caso existam zonas de interação de águas subterrâneas com superficiais, poderá haver contaminação de águas superficiais. Caso existam poços de abastecimento no entorno estes tenderão a apresentar contaminação. A figura 4 ilustra a situação descrita.

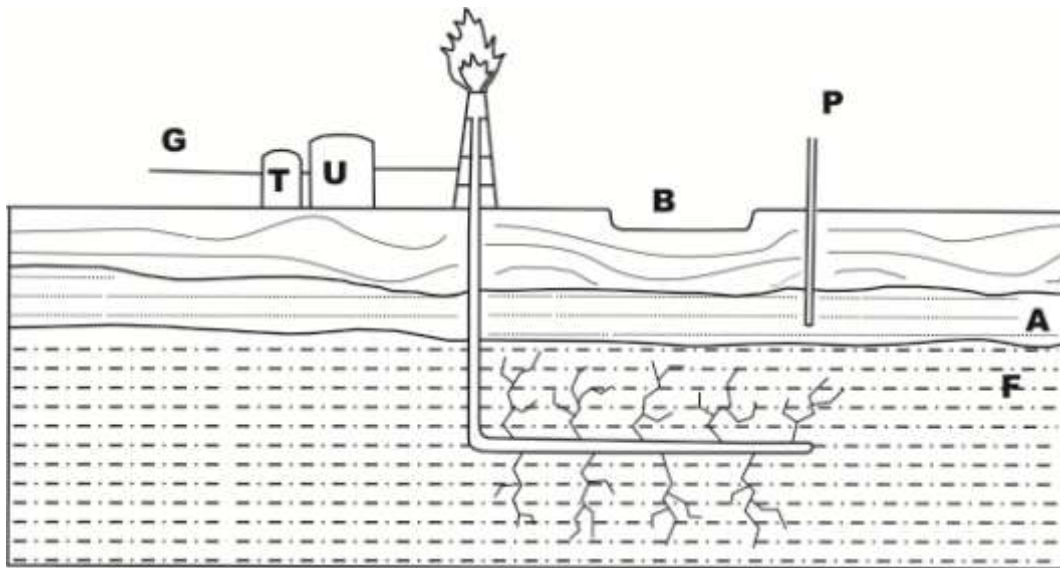


Figura 4: O modelo apresenta um poço de extração de gás após as etapas de perfuração, injeção da solução de fraturamento e extração. O gás que não apresenta viabilidade econômica é queimado *in situ*. A camada F representa um folhelho fraturado pelo processo. A camada A representa as camadas superiores que podem conter água (aquíferos). A bacia temporária para de acúmulo de resíduos líquidos B encontra-se seca e em processo de desativação. A estrutura U representa a usina de pré-tratamento térmico. A estrutura T representa um tanque de armazenamento de condensado, G a linha de transmissão de gás (desativada). O poço de abastecimento de água (P) pode apresentar teores de contaminantes nas fases dissolvida e gasosa. Modelo simplificado fora de escala.

3.5 Riscos Ocupacionais e Acidentes: Incêndios e Explosões Durante a Exploração.

Riscos de exposição ocupacional a gases e eventuais explosões em razão de acidentes/falhas são inerentes à técnica. A influência do fraturamento hidráulico na atmosfera é pouco abordada na literatura científica. A degradação da qualidade do ar pode extrapolar os limites dentro do próprio campo de extração.

A Agência norte-americana de proteção ambiental, EPA, em seu *website* menciona que regiões próximas aos campos de fraturamento hidráulico apresentam degradação da qualidade atmosférica. A qualidade do ar fica comprometida em razão da presença de excedentes de ozônio, metano, etano, propano, dissulfeto de carbono, sulfeto de hidrogênio, sílica e compostos orgânicos voláteis presentes no próprio gás liberado pelos folhelhos. Estes gases, além de ser considerados tóxicos, proporcionam a aceleração do efeito estufa⁴.

Asibama, 2013 disponibiliza dados do Departamento de Recursos Naturais de Ohio, que relatam a explosão de uma residência em função do confinamento de gás metano em um poço provocado pelo uso da técnica de fraturamento hidráulico.

⁴ (<http://www.epa.gov/ghgreporting/index.html>)



Após o período de extração, ou seja, quando o poço se mostra pouco rentável, este é desativado e permanece liberando volumes de gases para a atmosfera por períodos indeterminados. FOX, 2010 identificou alguns poços abandonados queimando gás, que passaram a funcionar como verdadeiros *flares* de queima de gás (e eventualmente condensado) in situ. Os vapores gerados (tanto pelo gás queimado como pelo gás não queimado) são potencialmente danosos a saúde humana e contribuem para o desequilíbrio climático do planeta.

3.6 Impactos na Paisagem

A paisagem de uma área onde foi instalado um campo de poços de fraturamento hidráulico é, de certa forma simples de descrever. Após a instalação do primeiro poço de extração (plataforma de perfuração, usina de refino preliminar, bacia temporária de contenção de efluentes líquidos e tanques de condensado), outros poços de extração são perfurados, até que uma malha de poços de extração e estruturas associadas sejam instalados. Ao final, observa-se em superfície, uma malha de poços e estruturas associadas.

Os campos de poços de extração que podem atingir áreas superiores a 10.000 km², como observado em *Fairfield*, Texas, E.U.A.. Nos últimos anos, este método, denominado paliteiro vem sendo substituído pelo método multi level pad, onde predomina poços horizontais a partir de uma mesma sondagem vertical, minimizando os impactos em área.

Outra característica comum nas paisagens de áreas de campos de extração é a quantidade expressiva de estradas e vias de acesso que interligam os poços. Em virtude do curto espaço de tempo de operação destes poços, tem-se uma malha viária que conecta unicamente poços desativados. Ao final, como resultado, há uma área de grandes dimensões, com forte tendência a apresentar impactos ambientais, ocasionando uma certa dificuldade no que diz respeito a uso e ocupação futuros.

Estas áreas podem atingir mais de 60 poços de extração a cada 15 km², como ocorre no campo de *Fairfield*, Texas, E.U.A. (SCHEIBE, 2013)

3.7 Abalos Sísmicos

Após a finalização de um campo de poços, ou mesmo durante sua operação, é possível que, além dos impactos convencionalmente observados, ocorram abalos sísmicos de pequenas proporções (2 a 4 na Escala Richter, conforme ELLSWORTH, 2013, SCHULTZ, 2013, em ASIBAMA, 2013). Estes tremores ocorrem devido à acomodação das camadas fraturadas e não são diretamente danosos ao meio ambiente, porém podem desestruturar construções, estruturas de servidão, tanques de armazenamento e poços de abastecimento de águas subterrâneas. Estas desestruturações, por sua vez, podem causar danos aos selos de proteção sanitária de poços de fraturamento hidráulico e outros impactos ambientais secundários.

4. PANORAMA INTERNACIONAL

Em 2005, George Bush, valendo-se do anseio de seu país em tornar-se energeticamente independente, editou a Lei das Exceções, que isentou as empresas produtoras de gás não convencional de obedecerem ao *Clean Water Act*⁵. Esta atitude, viabilizou legalmente a súbita implementação de diversos campos de extração de gás não convencional nos E.U.A., por parte de corporações do setor de óleo/gás.

Em virtude da acelerada implementação do método na América do Norte, os efeitos sociais, econômicos e ambientais foram diagnosticados de forma aguda, resultando em uma verdadeira enxurrada de ações na justiça americana, envolvendo impactos nas águas subterrâneas, na atmosfera e implicações na saúde e vida cotidiana das pessoas. Sob o ponto de vista econômico, o aporte de gás

⁵ Lei de proteção às águas nos Estados Unidos.



não convencional na economia norte-americana, tornou o setor energético do país auto-suficiente e subsidiou um maior poder nas negociações internacionais.

Os aspectos negativos relacionados ao método, geraram reações em diversos países, que, via de regra, são contra a sua implementação. A técnica já foi proibida na França, Bulgária, Irlanda, Austrália e está em discussão, com tendências a não ser aceito, em diversos países, como Romênia, Holanda, Espanha, Canadá, Costa Rica e até mesmo em alguns estados dos E.U.A, como Nova Iorque e Nova Jersey. No Brasil, as discussões encontram-se em desenvolvimento.

5. PANORAMA NACIONAL E ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS

Em 28 de novembro de 2013 houve a 12ª rodada do leilão de gás realizada pelo Governo Federal, visando oferecer a concessão para exploração do gás de folhelho, prevendo 240 blocos, em diversas áreas no país, na parte relativa à extração de gás dito “não convencional”, inclusive em áreas de influência do aquífero Guarani, bem ambiental de relevância internacional.

O Governo agiu contrariamente as conclusões do Parecer Técnico do Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás - GTPEG n. 03/2013, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013), que tem como função, nos termos da portaria do nº 218/2012, apoiar tecnicamente na interlocução com o setor de petróleo e gás, especialmente, sobre análises ambientais prévias a outorga.

O grupo concluiu que não existem elementos suficientes para tomada de decisão acerca da efetiva exploração do gás não convencional, sendo adequado que se intensifique o debate com a sociedade e sugere a adoção da Avaliação Ambiental de Área Sedimentar – AAAS como forma de verificar impactos e riscos ambientais envolvidos nessa exploração, para a posterior regulamentação e protocolos para atuação segura.

Na mesma data, em 28 de novembro de 2013, o Ministério Público Federal – pela Procuradoria da República do Município de Florianópolis – Piauí ingressou com uma ação civil pública contra ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis e contra a União Federal, em razão de representação da Rede Ambiental do Piauí – REAPI visando obstaculizar a prematura exploração do gás não convencional, ou também chamado gás de xisto, na referida Rodada de Leilões⁶, mediante o leilão anunciado.

A Matriz Energética Nacional, 2030 (MME, 2007), que compõe com o Plano Nacional de Energia 2030, o par de relatórios que consolidam os estudos desenvolvidos sobre a expansão da oferta e da demanda de energia no Brasil nos próximos 25 anos, não apresenta nenhuma referência sobre o gás não convencional dentro da matriz energética brasileira. A adoção do método dentro deste contexto, despreparado e precipitado, pode acelerar e maximizar os impactos negativos, além de minimizar os lucros monetários esperados.

O fraturamento hidráulico é uma técnica ainda não utilizada no Brasil, e é contestada em muitos países, mas a crescente demanda energética nacional justifica a busca de fontes alternativas de abastecimento, razão pela qual importa no presente artigo discorrer acerca da legislação aplicável a nova técnica que pretender ser adotada no Brasil e que vem sendo estimulada pelo Governo Federal.

A proteção do meio ambiente emerge do direito à vida, direito fundamental do homem, que baliza a ordem legislativa nesse sentido, desta forma a tutela ambiental é um valor que há de preponderar sobre outros como desenvolvimento, o direito de propriedade e de iniciativa privada.

Nossa legislação pátria tem como um de seus princípios balizadores o desenvolvimento nacional sustentável, assim, há que se buscar uma harmonia entre a livre iniciativa, desenvolvimento tecnológico e econômico, e a proteção ambiental e da pessoa humana, este princípio caracteriza-se como um princípio ético-jurídico vinculante, um valor supremo nacional e um dos objetivos da República que pode ser assim definido:

⁶ Disponível em

http://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/acp_nf_1.27.002.000485-2013-45acp_-_gas_de_folhelho_-_12a_rodada_de_leiloes_repres._reapi-_anp_e_uniao_0.pdf



IX Simpósio
Internacional de
Qualidade Ambiental

www.abes-rs.org.br/qualidade2014

19 a 21 de maio de 2014

Centro de Eventos | Hotel Plaza São Rafael
Porto Alegre - RS

Energia e Ambiente



O princípio do desenvolvimento sustentável não está expresso na Constituição Federal, mas ganhou valorização com as alterações da Emenda Constitucional nº 42, em 2003, pela qual o art. 170⁷, que trata da ordem econômica e financeira, passou a contemplar a proteção ambiental. Desde 1987, como exposto no Relatório Brutland e após no Brasil, com a ECO 92, este princípio está muito bem definido, mas na prática ainda sem efetiva implementação. (FREIRIA, 2011)

São inúmeras as críticas que o conceito de desenvolvimento sustentável sofre, pois seria vago, impreciso, inexpressivo, sem clareza semântica e conceitual. Para uma verdadeira fraude, já que pretendia obscurecer a finitude dos recursos naturais e enaltecer o franco desenvolvimento industrial, contudo é algo necessário que contribui para valorização da igualdade, justiça, direitos humanos e uma visão cultural e construtivista da relação existente entre homem e meio ambiente. (LENZI, 2006).

Assim o crescimento econômico não deve ser dissociado das questões sócio-ambientais, sob esta ótica devem imperar os princípios da precaução e da prevenção na busca de soluções que não comprometam as vidas atuais e futuras, nos exatos termos da Constituição Federal, art. 225⁸, ora os riscos vinculados ao fraturamento hidráulico estão sendo questionados em todo mundo e são evidenciados os vários riscos relacionados a esta nova técnica.

Sob o enfoque dos pressupostos legislativos ambientais brasileiros se busca formas de concretização urgente do princípio da prevenção, relevante princípio ambiental, em razão da maior valia que uma atuação preventiva possui em relação à menor ou na maioria das vezes nenhuma eficácia de uma ação remediadora de danos efetivamente causados ao meio ambiente, assim quando possível evitar a ocorrência de um dano esta atuação deve ser valorizada. (MARCHESAN e STEIGLEDER, 2010).

O princípio da prevenção é ato ou efeito de antecipar-se a prevenção não se confunde com precaução, em que pese alguns tratem como sinônimos, a prevenção é genérica, ampla, enquanto que a precaução possui menor amplitude, considerada “*atitude ou medida antecipatória voltada preferencialmente para casos concretos*”, conforme leciona Édis Milaré (MILARÉ, 2004).

O Princípio da Precaução está definido no Princípio 15, da Declaração do Rio/92 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável como sendo

"a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados" e "Para que o ambiente seja protegido, serão aplicadas pelos Estados, de acordo com as suas capacidades, medidas preventivas. Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis, não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas eficazes, em termos de custo, para evitar a degradação ambiental".

O Brasil possui inúmeras alternativas energéticas, como a energia eólica e a solar, e se considerado o potencial risco que está associado ao fraturamento hidráulico não há justificativa para que a exploração se inicie no Brasil, a exemplo do que ocorre no E.U.A., sem que se amplie os estudos acerca desta técnica, pela comunidade científica nacional, além de que estas discussões devem ser disponibilizadas aos cidadãos, bem como sejam exauridas outras fontes menos poluentes.

O consumo desenfreado vem sendo considerado a raiz da crise ambiental e a crise energética está intimamente vinculada a este altíssimo padrão de produção e consumismo. O consumo é a etapa final do processo produtivo e pela lógica do lucro, possui, pois desmedida importância no cenário ambiental já que a humanidade é obrigada a consumir e descartar o mais rápido possível, agravando os riscos de manutenção da vida em nosso planeta (PEREIRA, PEREIRA E CASTRO, 2010).

⁷ VI- defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação.

⁸ Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.



IX Simpósio
Internacional de
Qualidade Ambiental

www.abes-rs.org.br/qualidade2014

19 a 21 de maio de 2014

Centro de Eventos | Hotel Plaza São Rafael
Porto Alegre - RS

Energia e Ambiente



Sob este enfoque cabe questionar os motivos que ensejam a implantação desta técnica, não cabe mais valorizar apenas o lucro, deve ser revisto o modelo capitalista, sendo imprescindível que se aplique uma macrorracionalidade social e ecológica e conforme Michael Löwy (2005), “Isso é impossível sem uma profunda *reorientação tecnológica*, que vise a substituição das atuais fontes de energia por outras, não-poluentes e renováveis, tais como a energia eólica ou solar.”

Como asseverou Foster (2010), conforme Marx, o capitalismo é um sistema de produção de mercadorias, focado na produção de matérias-primas, se produz para vender, e obter lucro no mercado. O capital não está voltado para o valor de uso das mercadorias, sendo definido como um sistema de desenvolvimento insustentável, e o exemplo disso é a crise energética que coloca em risco a própria manutenção do capitalismo.

6. CONCLUSÕES

Ao confrontar os aspectos levantados, é possível afirmar que a opção por incorporar o método fraturamento hidráulico à matriz energética nacional, ou não, deverá ser tomada com relevante precaução, tanto sob o ponto de vista ambiental quanto sob o ponto de vista econômico, social e legal.

Experiências internacionais demonstram que os impactos relacionados ao meio ambiente e a sociedade são inevitáveis, da mesma forma que ocorre em casos de extração em larga escala de outras substâncias. A principal diferença entre o fraturamento hidráulico e outras extrações é o grau de entendimento das situações, a intensidade dos impactos, suas implicações e as formas de recuperação do sistema (meio ambiente/sociedade). Embora conhecidos, e de certa forma previsíveis, os danos e implicações da extração de gás não convencional são peculiares a cada local, especialmente devido à geologia de cada área.

Caso implementado dentro de um contexto de reenquadramento da matriz energética, construção de estruturas e fornecimento de mão de obra especializada, o gás de folhelho tende a representar um lucro expressivo a curto prazo. Na contramão do favorecimento econômico, em primeiro plano, destacam-se impactos ambientais. Além destes, a implementação da técnica demanda a mobilização de mão de obra especializada temporária de diversas áreas (geólogos, engenheiros, motoristas, perfuradores, trabalhadores da construção civil), estruturas de servidão específicas (residências temporárias, gasodutos, estradas) e ocupação, por um período inferior a uma década de áreas pouco populosas, onde estão concentradas atividades agrárias de portes variados.

Países que relevam a matriz energética e os interesses econômicos de curto prazo, em detrimento da aceitação de riscos de contaminação e outros impactos, têm facilidade em incorporar o fraturamento hidráulico na economia. Durante a incorporação do fraturamento hidráulico à matriz norte-americana, houve um alto investimento em infraestrutura/capacitação, voltado para maximizar os lucros relacionados ao método.

Caberá ao Brasil avaliar, num curto espaço de tempo, se voltará sua matriz energética, atualmente focada nos derivados de petróleo, em hidrelétricas e na crescente inclusão de campos de energia eólica e solar, para o fraturamento hidráulico. Incorporar o método à matriz brasileira, nos moldes norte-americanos, certamente causaria um efeito negativo, de proporções regionais, em locais que herdariam sérios problemas sócio ambientais, com destaque aos potenciais impactos no aquífero Guarani.

Todas as consequências deste tipo de obtenção de gás deverão ser relevadas antes de agregar este método à matriz energética nacional. Restará à sociedade ponderar sobre o que deveremos dar importância num futuro próximo, a matriz energética e a maior segurança a curto prazo frente ao mercado internacional ou as reservas de águas subterrâneas e qualidade de vida da população que será afetada.

Em virtude do exposto, os autores expressam a opinião que os folhelhos brasileiros devam ser tratados como uma reserva energética estratégica, visando atender o desenvolvimento sustentável para as futuras gerações e devem ser detalhadamente pesquisados em cumprimento ao Princípio da Prevenção, que orienta o Direito Ambiental Brasileiro. Aspectos locais, ocorrências de infraestrutura, mão de obra disponível, espessuras de camadas, ocorrência de aquíferos mais rasos,



poços de abastecimento e outros aspectos técnicos devem ser avaliados antes de se pleitear a inclusão do método à matriz energética. Espera-se que no futuro, contribuições internacionais possam oferecer garantias de maior segurança na extração desse bem, tornando-o, em um momento conveniente ao país, um recurso mineral.

7. REFERÊNCIAS

ANP. AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Principais Questões Relacionadas aos Riscos da Recuperação de Gás de Folhelho. Apresentação em Audiência Pública. Dezembro/2013.

ASIBAMA. ROCHA, G. A.; HIRATA, R. C. A. & SCHEIBE, L. F. 2013. *Carta à Presidenta Dilma Rousseff*. SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. 2013. Carta SBPC-081/Dir.

BATLEY, G. E. & KOOKANA, R. S. Environmental issues associated with coal seam gas recovery: managing the fracking boom. *Environmental Chemical*, 2012, v. 9, p. 425–428

BELLO, Enzo e KELLER, Rene José. A pobreza como fruto pernicioso das relações entre homem e a natureza no capitalismo. In LUNELLI, Carlos Alberto, MARIN, Jeferson, (Orgs) Estado, meio ambiente e jurisdição, Caxias do Sul/RS: EDUCS, 2012.

ELLSWORTH, W. L. 2013. Injection-Induced Earthquakes. *Science*, v. 341, n. 6142.

EPA, 2014. U.S. Environment Protection Agency (website). Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources: Overview for Roundtable Meetings, November 2012. Disponível em <http://www2.epa.gov/hfstudy/study-potential-impacts-hydraulic-fracturing-drinking-water-resources-overview-roundtable>. Acesso em março de 2014.

FREITAS, Juarez. Sustentabilidade: direito ao futuro. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2011. p. 113-148

FREIRIA, Rafael Costa. Direito, gestão e políticas públicas ambientais. São Paulo/SP: Editora Senac, 2011, p. 75 e 109.

FOSTER, John Bellamy. Why ecological revolution? In: *Monthly Review*, Vol. 61, Issue 08, January, 2010.

FOX, Josh , E.U.A. Gasland, Filme. 2010. Disponível em <<http://www.youtube.com>>. Último acesso em fevereiro de 2014.

FOX, Josh , E.U.A. Gasland II, Filme. 2010. Disponível em <<http://www.youtube.com>>. Último acesso em fevereiro de 2014.

GUIMARÃES, Ian Barros; ROSSI, Luciano Fernando dos Santos. Estudo dos constituintes dos fluidos de perfuração: Proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta. 4º PDPETRO, Campinas, SP. 2007

HOLLOWAY, M. D. & RUDD, O. 2013. *Fracking*. Scrivener Pub: Massachusetts. 376 p.

LENZI, Cristiano Luis. Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade, Bauru, SP: Edusc, 2006.



LÖWY, Michael. *Ecologia e Socialismo*. São Paulo: Cortez. 2005.

MACHADO, José Luiz Flores, Tese de doutorado. *Compartimentação espacial e arcabouço hidroestratigráfico do sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul, Brasil*. 2005.

MARCHESAN, Ana Maria Moreira; STEIGLEDER, Anelise Monteiro; CAPPELLI, Silvia. *Direito Ambiental*. Porto Alegre/RS: Verbo Jurídico, 2010, p. 50/51.

MME. Ministério de Minas e Energia do Brasil. *Balanço Energético Nacional: Relatório Final, Ano Base, 2012*. Brasília/DF. 2013. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 18 fev/2014

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA DO BRASIL. *Matriz Energética Nacional 2030*, Brasília/DF. 2007. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 18 fev/2014

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2013. *Parecer do Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração de Petróleo e Gás – GTPEG Nº 03*.

OIL & GAS ACCOUNTABILITY PROJECT and EARTHQUAKES. 2007. *The Oil and Gas Industry's Exclusions and Exemptions to Major Environmental Statutes*. OGAP: Durango.

OHIO DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2008. *Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio*.

MILARÉ, Édis. *Direito do Ambiente: Doutrina, Jurisprudência e Glossário*. 3ª ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2004, p.144.

PEREIRA, Agostinho Oli koppe; PEREIRA, Mariana Mioranz Koppe e CASTRO, Morgana Franciéle Marques de, *Energia, sustentabilidade ambiental e consumismo frente à globalização*, in org.

PEREIRA, Agostinho Oli koppe HORN, Luiz Fernando Del Rio e coord. SANTOS, Dagoberto Machado dos. *Relações de Consumo: globalização, Caxias do Sul/RS*: Educs, 2010, p. 18.

PRESS, F, SIEVER R., GROTZINGER, J. & JORDAN, T. H., 2006. *Para Entender a Terra*. Tradução Rualdo Menegat, 4 ed. – Porto Alegre: Bookman, 656 p.: il.

SCHEIBE, NANI, A. *Exploração do gás de xisto por fraturamento e o sistema aquífero integrado Guarani/Serra Geral*. Apresentação disponível em <<http://rgsgsc.wordpress.com/fracking>>. 2013. Último acesso em 14/03/2014.

SCHULTZ, C. *Marcellus Shale fracking waste caused earthquakes in Ohio*. *American Geophysical Union*, v. 94(33), p. 296.

ZOBACK, M., KITASEI, S. & COPITHORNE, B. 2010. *Addressing the Environmental Risks from Shale Gas Development*. Worldwatch Institute: Washington.