

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÚLIO TÁCIO ANDRADE LOPES DE OLIVEIRA

**DA INSUSTENTABILIDADE DA EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHETO NO  
BRASIL**

CURITIBA

2016

JÚLIO TÁCIO ANDRADE LOPES DE OLIVEIRA



**DA INSUSTENTABILIDADE DA EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHETO NO  
BRASIL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Direito Ambiental no curso de Pós Graduação em Direito Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Mestre Jaqueline de Paula Heimann

CURITIBA

2016

## RESUMO

A dependência energética tem feito com que muitos países busquem uma melhor posição geopolítica mundial. Um dos efeitos desses movimentos geopolíticos tem sido o crescimento significativo, no mercado mundial, da exploração de reservas não convencionais de hidrocarbonetos. Nesse contexto, o gás de folheto representa, atualmente, importante fonte energética para países como os EUA. O Brasil, por meio da 12ª Rodada de Licitações, disponibilizou para agentes econômicos nacionais e internacionais interessados, inúmeros blocos exploratórios de gás de folheto. Esse recurso energético, no mundo, tem sido explorado através da técnica intitulada como fraturamento hidráulico. Ocorre que essa tecnologia tem gerado inúmeras controvérsias ambientais. São vários os estudos e relatos de especialistas e órgãos ambientais que ligam a ocorrência de desastres ambientais ao fraturamento hidráulico. Além disso, no Brasil, pouco se conhece a respeito da geologia das bacias sedimentares sobre as quais vários blocos exploratórios de gás de folheto foram licitados. O país também não possui infraestrutura adequada para o melhor aproveitamento do aludido recurso energético. Sua exploração, ao contrário, pode minar o desenvolvimento das fontes de energia renováveis fartamente existentes no Brasil. Ao final, chegou-se à conclusão que a exploração do gás de folheto no Brasil, através da tecnologia de fraturamento hidráulico, fratura o ideal sistêmico de sustentabilidade, especialmente o fator ambiental.

Palavras-Chave: Gás de Folheto. Fraturamento Hidráulico. Impactos Ambientais.

## ABSTRACT

The energy dependence has made many countries to seek a better global geopolitical position. One effect of these geopolitical movements has been the significant growth, in the world market, of the exploitation of unconventional hydrocarbon reserves. In this context, the *shale gas* is, today, a very important energy source for countries like the US. Brazil, by the 12th Bidding Round, has made available to the national and international economic agents interested, numerous exploration blocks of *shale gas*. This energy resource, in the world, has been explored through the technique called as hydraulic fracturing. It happens that this technology has generated numerous environmental controversies. Several studies and reports from experts and environmental agencies are connecting the occurrence of environmental disasters to the hydraulic fracturing. Furthermore, in Brazil, little is known about the geology of sedimentary basins on which several exploration blocks *shale gas* were auctioned. The country also lacks of adequate infrastructure for better utilization of the aforementioned energy resource. Their exploitation, in contrast, can undermine the development of renewable energy sources widely existing in Brazil. In the end, it comes to the conclusion that the operation of *shale gas* in Brazil, through the hydraulic fracturing technology, fractures the systemic ideal of sustainability, especially the environmental factor.

Keywords: *Shale gas*. Hydraulic Fracturing. Environmental Impacts.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	9
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>2</b>	<b>ENERGIA</b> .....	<b>10</b>
2.1	MATRIZ ENERGÉTICA E GEOPOLÍTICA .....	11
2.2	DO GÁS NATURAL (NÃO CONVENCIONAL) COMO RECURSO ESTRATÉGICO NA GEOPOLÍTICA ENERGÉTICA MUNDIAL .....	12
2.3	DA EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA .....	15
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO E SUSTENTABILIDADE</b> .....	<b>18</b>
3.1	DO DESENVOLVIMENTO .....	18
3.2	DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	19
3.3	DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO .....	23
3.4	DO PRINCÍPIO DA PREVENÇÃO .....	24
3.5	DO PRINCÍPIO DA PARTICIPAÇÃO – INFORMAÇÃO AMBIENTAL ..	25
<b>4</b>	<b>EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHETO E A 12ª RODADA DE LICITAÇÃO</b> .....	<b>27</b>
4.1	DO RECURSO NÃO CONVENCIONAL .....	27
4.2	DO GÁS DE FOLHETO ( <i>SHALE GAS</i> ) .....	29
4.3	DO FRATURAMENTO HIDRÁULICO .....	31
4.4	DO ASPECTO REGULATÓRIO BRASILEIRO – ÓLEO E GÁS .....	35
4.5	DA 12ª RODADA DE LICITAÇÃO .....	37
4.5.1	Da Bacia do Paraná .....	42
<b>5</b>	<b>EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHETO E SUAS IMPLICAÇÕES</b> .....	<b>46</b>
5.1	QUESTÕES AMBIENTAIS .....	46
5.1.1	Abalos Sísmicos .....	48
5.1.2	Contaminação da água .....	49
5.1.3	Intensificação de abertura de vias de acesso e instalação de canteiros	51
5.1.4	Utilização de recursos hídricos .....	52
5.1.5	Utilização de fluidos e demais produtos químicos .....	53
5.1.6	Disposição final da água de retorno, da água de produção e dos cascalhos .....	55

5.1.7	Da emissão de metano .....	56
5.2	INFRAESTRUTURA .....	57
5.3	ATUAÇÃO LEGISLATIVA - PROJETO DE LEI 6.904 .....	58
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o propósito de analisar a exploração de gás de folheto no Brasil, através de tecnologia não convencional (*fracking*), sob a perspectiva do ideal sistêmico conhecido como sustentabilidade.

A sustentabilidade econômica, social e ambiental tem como um dos seus pilares a energia, elemento que influi, de forma incisiva, na infraestrutura dos setores produtivos, na geração de riquezas, emprego e renda, na qualidade de vida e cidadania.

Dessa forma, o planejamento energético de um país verdadeiramente comprometido com o desenvolvimento deve, necessariamente, alinhar-se com uma política energética que reflita insumos fundamentais, tais como os fatores de ordem econômica, financeira, social e ambiental.

Dentre os fatores que condicionam os rumos da matriz energética de um país é possível destacar os relacionados à geopolítica energética mundial, perfil sociodemográfico, perfil da indústria, mudança do clima global e competitividade da economia.

Os interesses estratégicos na área de energia envolvem a busca pela soberania energética e a disputa por novos espaços de poder. Assim, para atingir tal mister, os países tem buscado por uma matriz energética menos dependente do petróleo, em razão dos prognósticos de seu esgotamento e da instabilidade política de algumas regiões onde se localizam grandes reservas desse recurso.

Animado com o exemplo dos Estados Unidos, que está a caminho da autossuficiência de gás, graças à exploração desse recurso por técnica não convencional, o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE determinou, por meio da Resolução nº. 06/2013, de 25 de junho de 2013, que a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis realizasse a 12ª Rodada de Licitações. Na aludida Rodada foram disponibilizados blocos de exploração do gás de folheto nas bacias do Acre, Parecis, São Francisco, Paraná e Parnaíba.

O gás de folheto é explorado principalmente por um método internacionalmente conhecido como *fracking* (fraturamento hidráulico), que consiste, logo após a perfuração de um poço na área a ser explorada, na injeção de grandes

quantidades de água, areia e fluidos sob alta pressão, para fraturamento ou desintegração de rochas, visando viabilizar a recuperação de gás natural através das fissuras e espaços formados pelo fraturamento.

Ocorre que diversos trabalhos científicos têm indicado o fraturamento hidráulico como causa de uma série de impactos socioambientais, dentre eles profundas mudanças nas paisagens, contaminação do solo, impactos sobre a saúde humana e de animais, sobre a biodiversidade, contaminação do ar, comprometimento quantitativo e qualitativo de recursos hídricos e indução de abalos sísmicos.

A busca de autossuficiência energética de gás através de tecnologia ambientalmente questionável, sem informar e debater os possíveis riscos com a sociedade, em um país rico em fontes de energia renovável, não fratura o ideal de sustentabilidade?

Dessa forma, a relevância desse trabalho está na sua contribuição para o necessário e abrangente debate, pelos diversos segmentos da sociedade brasileira, sobre a exploração do gás de folheto por técnica bastante controversa do ponto de vista ambiental. O fato de o tema no Brasil ainda ser pouco conhecido também faz o presente trabalho ganhar particular pertinência.

O presente trabalho compreendeu o levantamento e análise bibliográfica e documental através de livros, artigos, jornais, revistas, monografias, atos normativos, decisões administrativas, pareceres e relatórios, os quais foram devidamente fichados.

Assim, foi aqui utilizado o método dedutivo de abordagem, bem como o método de procedimento monográfico e, como técnica, a pesquisa bibliográfica, buscando realizar o desenvolvimento do tema proposto a partir de um referencial teórico.

Como as discussões sobre o tema no Brasil ainda são muito incipientes, muitas referências utilizadas são estrangeiras. O debate a respeito da utilização do *fracking* está muito avançado nos Estados Unidos e em algumas regiões da Europa.

Os pareceres e relatórios de órgãos ambientais no Brasil mostraram-se ser fonte bibliográfica nacional rica em detalhes e referenciais sobre o tema. Destaque-se o relatório do Grupo de Trabalho Interministerial de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás.



Algumas figuras foram utilizadas para ilustrar os danos ambientais advindos provavelmente da utilização do fracionamento hidráulico em outros países (Estados Unidos e Canadá, por exemplo). Também se optou por esse expediente para demonstrar como se dá o processo do *fracking*.

O trabalho foi dividido em cinco capítulos.

No primeiro, se estabeleceu a relação entre a política energética de um país com fatores geopolíticos. Nesse prisma, procurou-se demonstrar o papel do gás natural não convencional na matriz energética dos Estados Unidos, país, como já afirmado, pioneiro na exploração desse recurso energético. Também nesse capítulo houve a preocupação de delinear a matriz energética brasileira para, mais a frente, ter elementos de mensuração da importância do *shale gas*<sup>1</sup> para o país.

No segundo capítulo, após uma reflexão sobre o desenvolvimento, mensurou-se tal conceito com o de sustentabilidade, com a devida contextualização histórica. Além disso, foram realizadas algumas explicações a respeito do princípio da precaução, prevenção e participação, uma vez que se constatou a não observação de tais princípios nos procedimentos para se autorizar a exploração do gás de folheto através do fraturamento hidráulico.

O terceiro capítulo está impregnado de questões técnicas. Explicou-se o que é gás de folheto e como se dá o procedimento de extração do referido gás através da tecnologia do fraturamento hidráulico. Após abordar questões regulatórias, relatou-se como se deu os atos preparatórios e a própria reunião relacionada à 12ª Rodada de Licitações. Também aqui se relacionou todo o material produzido para a aludida Rodada, que fez referência à Bacia do Paraná, local onde vários blocos exploratórios foram arrematados.

O quarto capítulo tratou sobre questões ambientais consequentes da utilização do *fracking*, em outros países, observadas em estudos. Também se discutiu fatores relacionados à infraestrutura do Brasil. Não adianta possuir grandes reservas energéticas de determinado recurso e não possuir a estrutura adequada para aproveitá-la. Por fim, foi denunciado o posicionamento do Congresso Nacional, sobre o tema, até o presente momento.

---

<sup>1</sup> *Shale gas* ou *gas-containing shales* é a designação inglesa de gás de folheto. Trata-se de uma categoria de gás não convencional, cuja extração é mais complexa e dispendiosa, porém tem influído no incremento da oferta de gás no mundo e suscitado grandes discussões no campo ambiental.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar se a exploração do gás de folheto, através da técnica de fraturamento hidráulico, está inserido no ideal sistêmico de sustentabilidade.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Situar a importância da matriz energética de um país em um contexto geopolítico, especialmente a necessidade de a política energética refletir fator fundamental de ordem ambiental;
- Explicitar conceitos e princípios ambientais indispensáveis à análise do objetivo geral desse trabalho, principalmente por haver várias evidências de que muitos desses conceitos e princípios não foram adequadamente observados antes e depois da 12ª Rodada de Licitações;
- Abordar os aspectos teóricos sobre o gás de folheto e a técnica não convencional utilizada para sua extração, para depois investigar todos os procedimentos adotados antes, durante e após a 12ª Rodada de Licitações;
- Identificar os diversos problemas ambientais decorrentes da utilização do *fracking* relatados em estudos, bem como evidenciar a dificuldade de infraestrutura do Brasil para fins de aproveitamento desse recurso energético e a posição do Congresso Nacional, até o momento, sobre o tema.

## 2 ENERGIA

Energia é uma questão estratégica para todas as nações do mundo. Por esse motivo, cada país deve encontrar a melhor maneira de explorar seus recursos energéticos em seu território, sob pena de comprometer seu desenvolvimento.

A reestruturação do setor de energia deve estar orientada por ações governamentais realizadas a partir de uma perspectiva sustentável. Para tanto, espera-se que a matriz energética expanda a oferta de energia limpa de forma a garantir a disponibilidade de recursos às gerações futuras.

Nesse aspecto, é de se destacar o compromisso assumido pelo Brasil perante a 21<sup>a</sup> Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)<sup>2</sup>.

A Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (*Intended Nationally Determined Contribution*), apresentada pelo Brasil, consistiu no compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025 e, subsequentemente, reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030 (BRASIL, 2015).

De forma específica, sobre os compromissos assumidos pelo país em relação à sua matriz energética, merece registro a pretensão da adoção de medida adicional, no sentido de alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição de sua matriz energética. Para tanto, se espera a expansão do uso de fontes renováveis na matriz total de energia e do uso doméstico de fontes de energia não fóssil (BRASIL, 2015).

Por sua vez, diante das tentativas de se integrar à matriz energética do Brasil o gás de folheto, se faz necessária uma análise do seu papel como recurso estratégico na geopolítica mundial, mirando o exemplo dos Estados Unidos, maior explorador no mundo desse tipo de recurso.

De suma importância também é o conhecimento sobre a evolução e as possibilidades da matriz energética brasileira, para fins de situar o grau de importância e o impacto do *shale gas* na política energética nacional.

---

<sup>2</sup> Conferência realizada em Paris, de 30 de novembro a 12 de dezembro de 2015, com a principal finalidade de firmar um acordo (Acordo de Paris) entre os países signatários, para a redução das emissões dos gases do efeito estufa.

## 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA E GEOPOLÍTICA

A energia, aqui entendida em sentido amplo, tem forte influência na sociedade, na medida em que estende diretamente seus reflexos nas questões ligadas à inclusão social, desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida da população (LOBÃO, 2008).

De igual forma é a importância do setor energético para a economia. Segundo Tolmasquim:

Um dos fundamentos da sustentabilidade econômica de um país é a sua capacidade de prover logística e energia para o desenvolvimento de sua produção, com segurança e em condições competitivas e ambientalmente sustentáveis. Podemos afirmar que o Brasil tem feito seu 'dever de casa' na área energética, tanto que é citado como referência internacional na produção de petróleo em águas profundas, na produção de etanol, no seu parque de geração hidrelétrica, no exponencial aproveitamento da energia eólica, no seu extenso e integrado sistema de transmissão de energia elétrica e, especialmente, na renovabilidade de sua matriz tanto energética quanto de produção de energia elétrica (TOLMASQUIM, 2012, p.247).

A matriz energética de um país está inserida em um processo global de planejamento estratégico. Na definição de uma política energética, assim, devem ser considerados os cenários internacional e regional e suas configurações no âmbito mundial.

A garantia da segurança energética, destarte, leva em consideração as especificidades de cada Estado, o contexto e a importância política que lhe é dada e os interesses envolvidos (SIQUEIRA, 2010, p. 15).

Para se compreender o reflexo do contexto histórico-ideológico na formação da perspectiva geopolítica definidora das formas de exploração de reservas energéticas de um país, necessário se faz visitar alguns conceitos relevantes. Segundo Vesentini, geopolítica pode ser entendida como:

...a política, interna e externa, dos Estados na sua dimensão especial, como (re)arranjo dos elementos e níveis de espaço (distribuição populacional, meios de transporte, 'áreas de influência' externas, desenhos urbanísticos, cidades-capitais, etc.) com vistas ao exercício do poder (VESENTINI, 1987, p. 93).

Por sua vez, a geopolítica energética tem que ver com a busca de um país por aumento de sua influência nas políticas externas e econômicas, no contexto global, através do exercício de controle das fontes e dos meios de produção energéticas (ALVEAL, 2003).

Nessa linha, ideologias foram criadas de modo a justificar intervenções econômicas e até mesmo militares, que tinham, na verdade, a intenção de garantir uma posição favorável no mapa energético global. É a disputa global por fontes de recursos energéticos e minerais estratégicos que dá o tom das mudanças na formulação das políticas energéticas no mundo.

Desde a revolução industrial, quando o carvão foi o insumo essencial para o período, a alteração da matriz energética dos países tem ocorrido em decorrência de questões estratégicas, afetas ao desenvolvimento econômico, político e social, engendradas em um determinado contexto histórico e ideológico.

Não se pode olvidar também do fator ambiental, elemento causador de alterações significativas na política energética de muitos países, inclusive com a utilização de energias renováveis como reflexo de uma política ambiental internacional muito mais severa (GRANZIERA, 2011).

## 2.2 DO GÁS NATURAL (NÃO CONVENCIONAL) COMO RECURSO ESTRATÉGICO NA GEOPOLÍTICA ENERGÉTICA MUNDIAL

O carvão mineral, de origem fóssil, foi uma das primeiras fontes de energia utilizadas em larga escala pelo homem. Um dos pilares da Primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, foi utilizado na geração de vapor para movimentar as máquinas. No final do século XIX, por sua vez, o vapor passou a ser aproveitado na produção de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008).

Com o passar do tempo, o carvão foi cedendo espaço na matriz energética mundial para o petróleo e o gás natural, em virtude, principalmente do desenvolvimento dos motores a explosão.

Conforme já afirmado, a busca de posições geoestratégicas pelos Estados é vista como instrumento de vital importância para sua própria existência. Sobre a geopolítica do petróleo, assim expõe Conant e Gold:

A importância geopolítica do petróleo resulta de dois fatores principais: (1) o petróleo, como combustível e matéria-prima, é o sangue das economias industrializadas; (2) as reservas e a produção de petróleo tendem a se concentrar em certos países menos desenvolvidos. Com efeito, as reservas e produção de petróleo são mais abundantes em um pequeno número de países em desenvolvimento, enquanto que a necessidade de um suprimento adequado e continuado de petróleo em grandes volumes é mais urgente nos países desenvolvidos, industrializados (CONANT e GOLD, 1981, p. 37).

O petróleo, por muitas décadas, foi o motor da economia internacional, chegando a refletir, no início do decênio de 70, quase 50% do consumo mundial de energia primária (BRASIL, 2005). Não obstante o petróleo constitua um fator potencial de geração de desenvolvimento, importa reconhecer que sua esgotabilidade e o ritmo de aproveitamento das jazidas são variáveis relevantes na avaliação das questões geopolíticas.

Assim, ao longo da segunda metade do século XX, dois fatores representaram mudanças significativas nas estratégias geopolíticas das grandes potências mundiais, a saber: o prognóstico de escasseamento das reservas de petróleo dos países centrais e à descoberta de recursos minerais energéticos no fundo dos oceanos (BROZOSKI, 2013).

As transformações pós-choque do petróleo configuraram três principais tendências na indústria mundial de petróleo e gás: a) fomento da participação do gás na matriz energética; b) grandes empresas de petróleo diversificaram suas atividades de modo a abranger o gás natural; c) e o deslocamento da geoeconomia do petróleo e gás para as regiões emergentes, inclusive o Brasil (ALVEAL, 2003).

Em razão do debate sobre o fim das reservas de petróleo no mundo, iniciado em meados da década de 50, e até mesmo para frear uma alta incontável do preço do barril, especialistas<sup>3</sup> têm defendido a transição de um sistema mundial de energia arrimado no petróleo para uma matriz energética muito mais diversificada. Nesse prisma, há quem defenda a necessidade de utilização da

---

<sup>3</sup> Exemplo de especialista que defende a transição para uma matriz energética diversificada é o Robert Hirsch.

produção de gás de folheto como alternativa energética de substituição daquelas convencionais.

Nos Estados Unidos da América, um dos fatores para a implementação de diversos campos de extração de gás não convencional, por grandes empresas do setor de óleo e gás dos EUA, foi à edição em 2005, no governo Bush, da Lei das Exceções, a qual isentou as empresas produtoras de gás não convencional de obedecerem à Lei de Proteção às Águas (*Clean Water Act*) daquele país. O artigo 322º da Lei da Política Energética de 2005 isenta a fraturação hidráulica das suas principais disposições.

Outro fator favorável ao sucesso norte americano na exploração do *shale gas* é como se estrutura juridicamente o direito de propriedade naquele país. Nos EUA, segundo sua Constituição, o proprietário do solo também é de tudo que se encontra no subsolo. O resultado disso é que boa parte da exploração desse tipo de reservatório se dá em propriedades privadas (RIBEIRO, 2015).

Talvez a grande vantagem dos EUA sobre os outros países na exploração do *shale gas* como fonte energética seja sua já existente infraestrutura de gasodutos, cerca de 500.000 km (PESTANA, 2010).

A redução da dependência do petróleo do Oriente Médio fez parte da estratégia dos EUA de obter sua autossuficiência energética e a manutenção de sua hegemonia. Fato é que a produção de *shale gas* e de *shale oil* nos EUA reduziram sua dependência dos países da OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo, o que pode levar a uma mudança no cenário geopolítico global.

Fato é que o gás natural, obtido de forma não convencional, largamente explorado nos Estados Unidos, vem ganhando destaque nas matrizes energéticas de outros países que possuem reservas desse recurso. Não obstante, os relatos sobre problemas ambientais decorrentes da técnica não convencional de extração têm repercutido no âmbito político, econômico, social e judicial.

## 2.3 DA EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

A primeira avaliação sobre a matriz energética brasileira ocorreu em 1940. Nessa época, a principal fonte de energia utilizada no país era a lenha proveniente do corte raso de mata nativa.

O processo de industrialização do Brasil ao longo do século XX refletiu na demanda de energia primária, marcada por fatores como a instalação de plantas industriais energo-intensivas e uma considerável expansão demográfica, acompanhada de uma veloz taxa de urbanização (GUERREIRO; GIORINI e TOLMASQUIN, 2007).

Para Bronzatti e Neto (2008), em 1970, o petróleo já representava 36% da demanda energética do país. Por sua vez, entre 1970 e 1990, o consumo de lenha reduziu para o patamar de 2,9% ao ano. Importante também pontuar o estímulo às fontes energéticas hidráulicas e de cana-de-açúcar (em torno de 6,6% ao ano) entre 1970 e 2005, devido, principalmente à crise energética dos anos 70. Hoje se pode afirmar que o petróleo é insumo predominante na matriz energética do Brasil e, logo em seguida, a eletricidade, cujas participações importam, respectivamente, em 41% e 19%.

As principais novidades na composição da matriz energética do Brasil no início do século XXI são: a descoberta do gás natural em volume comercialmente relevante; a existência de regiões promissoras à implantação da tecnologia necessária para produção de energia eólica; e a descoberta de grande reserva de petróleo em camadas profundas do pré-sal (LEITE, 2011, p. 139).

No Brasil, até o final da década de 1980 o gás natural não fazia parte das prioridades de sua política energética. A descoberta de reservas de gás associado ao petróleo na Bacia de Campos e os avanços na negociação do gasotudo Bolívia-Brasil garantiu ao gás um novo status na matriz energética do Brasil (PIQUET E TERRA, 2011).

Sobre a finalidade da produção energética e a expectativa do posicionamento estratégico do Brasil nessa questão, Ribeiro expõe o seguinte:

O objetivo central da produção energética deve ser o fornecimento de energia à população, incluindo a que vive no campo. Depois, deve-se



avaliar qual o modelo de inserção econômica do país no mundo. E, nesse caso, ela precisa ser revista de modo a permitir uma nova posição, mais autônoma, baseada no uso da biodiversidade e do conhecimento associado a ela, por meio da inovação tecnológica e do desenvolvimento de tecnologias renováveis. Essa é uma maneira de posicionar o Brasil como liderança no século XXI, em vez de manter uma posição secundária no cenário internacional por meio de uma inserção periférica no sistema produtivo globalizado em curso, obtida como fornecedor de insumos para a produção de mercadorias em outros países (RIBEIRO, 2014, p. 93).

A matriz energética de um país é fator essencial para o seu desenvolvimento. No Brasil, em especial, devido ao grande consumo de energia pelo setor de transporte, os combustíveis fósseis adquirem ainda relevância estratégica.

O aumento da quantidade de reservas de óleo e gás no Brasil, principalmente em razão das descobertas de jazidas, na região do pré-sal, aliado ao sucesso do programa de biocombustíveis coloca o Brasil numa situação bastante confortável no cenário energético mundial.

O Brasil apresenta altas taxas de luminosidade e possui grande extensão territorial. Tem também um programa de biomassa bem estrutura e, principalmente, viável. Estima-se que 2014 o Brasil atraia cerca de 300 bilhões de dólares em investimentos para geração de energia, 70% deles para projetos solares e eólicos.

Apesar de o investimento para o desenvolvimento de energias renováveis serem mais alto, as vantagens econômicas são evidentes quando se comparam aos gastos com combustíveis fósseis. No caso do gás de folheto, sua extração é bastante dispendiosa. Isso, de certa forma é preocupante.

A exploração das grandes reservas de gás de folheto pode minar os investimentos e o próprio desenvolvimento de tecnologias relacionadas às energias renováveis.

Al Gore destaca que:

[...] No entanto, é cada vez mais evidente que o impacto líquido do gás de xisto no ambiente poderá afinal ser incompatível com a sua utilização como combustível << de transição >>. A sociedade internacional como um todo teria dificuldade em fazer os enormes investimentos necessários para mudar do carvão para o gás, e depois fazer novamente investimentos igualmente significativos para substituir o gás por energias renováveis. Isso não parece plausível. Por outras palavras, a transição poderá conduzir-nos para lado nenhum (GORE, 2015, p. 153).

Exemplo do pensamento de Al Gore é uma central de energia solar, que pode gerar eletricidade durante mais de 20 anos. Um poço de extração do gás de folheto, no entanto, muitas vezes se depleta em menos de uma década. A central solar, no final de seu tempo de vida, pode ser substituída por uma nova, sem ocupação adicional do solo (LECHTENBÖHMER *et al.*, 2011).

Diante desse quadro, indaga-se: o Brasil realmente precisa, hoje, desenvolver a indústria do xisto, especialmente em razão de todo o questionamento no âmbito ambiental a respeito da utilização da técnica do fraturamento hidráulico?

### 3 DESENVOLVIMENTO E SUSTENTABILIDADE

Antes de mensurarem-se os conceitos de desenvolvimento e de sustentabilidade, é preciso fazer uma reflexão sobre o termo desenvolvimento. É imperioso desmistificar a visão de que desenvolvimento está restrito à prosperidade econômica. Feita essa observação, explana-se sobre o conceito de desenvolvimento sustentável e sua construção, inclusive no âmbito internacional.

Por fim, visitam-se os princípios da precaução, prevenção e participação, princípios estes que devem ser observados em qualquer reestruturação de matriz energética e, a princípio, têm sido ignorados no processo de implementação das bases de exploração do gás de folheto no Brasil.

#### 3.1 DO DESENVOLVIMENTO

O que se entende por desenvolvimento admite três conclusões. A aqueles que acreditam que o conceito de desenvolvimento relaciona-se diretamente com o crescimento econômico. Nesse prisma, o desenvolvimento poderia ser medido através da evolução de indicadores econômicos, como o Produto Interno Bruto *per capita* (VEIGA, 2005).

Para outros, o desenvolvimento seria nada mais que uma espécie de manipulação ideológica, uma miragem, na medida em que a transposição de um país da condição de subdesenvolvido para desenvolvido é uma raridade (VEIGA, 2005).

Já a terceira ideia é uma espécie de caminho do meio, segundo a qual o desenvolvimento consiste em um processo de transformação da sociedade, estruturado em valores que perpassam a dinâmica econômica. Essa transformação passa, necessariamente, pela expansão das liberdades humanas, o que permitiria, por exemplo, que as pessoas pudessem escolher ser o que quiser em suas vidas. (VEIGA, 2005).

O desenvolvimento como sinônimo de crescimento econômico é largamente utilizado. Ocorre que a prosperidade financeira não implica, necessariamente, em igualdade, distribuição de renda, qualidade de vida, etc. O Brasil, inclusive, é exemplo dessa falha conceitual.

Por sua vez, não se pode concordar que o desenvolvimento seja uma lenda ou mito. Negar sua existência ou possibilidade implicaria no descrédito ou retiraria a importância de se estudar conceitos derivados, como a do próprio desenvolvimento sustentável.

A melhor conceituação, de fato, parecer ser a que atrela a ideia de desenvolvimento à realização das potencialidades humanas, individual e coletivamente. É desfrutar de um ambiente que permita simplesmente ser o que se quer ser.

Realizada tal análise afigura-se melhor a digressão sobre a noção de desenvolvimento sustentável, até mesmo porque a consciência de que o desenvolvimento tinha de ser compatível com a conservação da biosfera é reflexo de uma nova visão de desenvolvimento. Nessa linha, Amartya Sen, citada por Paulo Machado, afirma que:

Quando se concebe o desenvolvimento como uma expansão da liberdade concreta dos indivíduos, o engajamento pessoal destes nas atividades que visam a preservar o meio ambiente procede diretamente do processo de desenvolvimento. Fundamentalmente, o desenvolvimento é uma tomada de poder, e este pode servir para preservar e para enriquecer o meio ambiente, e não somente para devastá-lo (MACHADO, 2014, p.69).

Hoje, o desenvolvimento sustentável, inclusive, não se resume a apenas questões ambientais, mas leva também em consideração aspectos sociais e econômicos da vida, conforme se verá a seguir.

### 3.2 DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O avanço da ciência e o desenvolvimento de tecnologia, durante boa parte do século XX, progrediu sem qualquer preocupação com os desgastes dos

recursos naturais, os efeitos lesivos da poluição do ar e das águas, a destruição das matas e da biodiversidade do planeta.

As tragédias ambientais decorrentes das atividades humanas, fruto dos modelos de desenvolvimento ocidental e socialista adotados, foram o estopim da mobilização popular em defesa do meio ambiente ocorrida a partir da década de 60. Foi em 1961, por exemplo, que o WWF (*World Wildlife Fund*), primeira ONG ambientalista de espectro mundial, foi criada.

A preocupação sobre a interação homem e natureza na sociedade moderna passou a ser tema em vários círculos acadêmicos. Na própria década de 60 um grupo de intelectuais chama a atenção para a aceleração da tendência à escassez dos recursos naturais. Trata-se do Grupo de Roma, criado em 1968, por intelectuais, monarcas e empresários que se reúnem para discutir temas como economia internacional, política e, especialmente, meio ambiente.

Através do Clube de Roma saiu o documento intitulado *Limits to Growth (Limites ao Crescimento)* de autoria de Meadows *et al.* Nesse importante relatório foi traçada uma perspectiva sombria para humanidade. Segundo o livro clássico do Clube de Roma, o crescimento da população, do consumo e do uso dos recursos naturais desaguaria no esgotamento, em pouco tempo, das principais reservas de minérios. Sinalizava também a ocorrência de uma desenfreada explosão demográfica nas décadas seguintes, acompanhada de exponencial degradação dos ecossistemas naturais (DIEGUES, 1992).

Embora relevante, na década de 60 as preocupações ambientais eram muito restritas a alguns setores da sociedade civil dos países mais desenvolvidos do Ocidente, incomodados com as consequências negativas da industrialização, como poluição, tráfego e barulho. A educação e grau de liberdade da classe média nas sociedades ricas os permitiam explorar alternativas políticas para manifestar sua insatisfação (LAGO, 2007).

Em menos de uma década, no entanto, a agenda ambiental estava sendo transposta para o plano internacional. Segundo Lago:

O ritmo acelerado desse processo de internacionalização da questão do meio ambiente, porém, só fazia reproduzir a rapidez com a qual havia evoluído a agenda ambiental doméstica dos principais países desenvolvidos. O que havia começado com pequenas vitórias de grupos organizados da sociedade civil com relação a problemas de poluição – na maioria dos casos, de dimensão meramente local (lixo, fumaça e outros) –

transformou-se, gradualmente, em um tema de grande impacto político e econômico, recebendo amplo apoio da opinião pública e conquistando atenção no plano nacional. Em poucos anos, principalmente nos EUA e em particular em alguns de seus Estados, como a Califórnia, a legislação ambiental evoluiu de forma extraordinária, tomando muitos setores econômicos de forma desprevenida (LAGO, 2007, p.31).

Nesse contexto de internacionalização de temas como o crescimento econômico, desenvolvimento e proteção ambiental, a Conferência de Estocolmo constituiu verdadeira etapa histórica no tratamento das questões ambientais no plano internacional.

Durante a preparação da aludida Conferência, notabilizaram-se duas posições antagônicas: a dos desenvolvimentistas e a dos catastrofistas.

Os primeiros consideravam que a preocupação com o meio ambiente retardaria o processo de industrialização dos países em desenvolvimento. Acreditavam, ainda, que os efeitos nocivos advindos da priorização da aceleração da economia em detrimento da proteção do meio ambiente seriam neutralizados a partir do momento em que os países em desenvolvimento atingissem a renda *per capita* dos países desenvolvidos (SACHS, 2000).

Do outro lado, os catastrofistas previam um cenário apocalíptico, no qual a humanidade teria que escolher entre o desaparecimento, em face do esgotamento dos recursos naturais ou em razão dos efeitos da poluição (SACHS, 2000).

Em meio às proposições neomalthusianas e o temor dos países subdesenvolvidos de que a proposta de controle dos efeitos do crescimento econômico importasse em retardamento do desenvolvimento, as Nações Unidas convocou um Grupo de Peritos sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, que se reuniram em Founex, na Suíça, em 1971, para reparar as diferenças e diminuir a divisão entre os pontos de vista dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

A Conferência de Founex, sem dúvida, forneceu o suporte intelectual e a base para políticas com vistas à Conferência de Estocolmo. O relatório produzido, intitulado "*Report on Development and Environment*", deixou claro que os problemas ambientais dos países pobres eram diferentes daqueles enfrentados pelos países ricos. Como bem afirmou Lago (2007), ficou assentado que a degradação do meio ambiente pelos países ricos estava associada principalmente ao modelo de desenvolvimento adotado, enquanto que os relacionados aos países subdesenvolvidos decorriam, necessariamente, da pobreza.

O relatório Founex representou uma das primeiras formulações que buscou relacionar meio ambiente e desenvolvimento, especialmente na visão dos países subdesenvolvidos. Embora seu conteúdo se caracterize, pelo menos inicialmente, pela predominância de questões mais conjunturais do sistema internacional, traz três pontos que foram de grande relevância nos anos 90, a saber: a transferência de tecnologia, a cooperação entre os Estados e o aumento de investimentos (SILVA, 2012).

Através da Conferência de Estocolmo a questão ambiental adquiriu grande visibilidade e foi responsável por difundir a crítica ambientalista sobre o modo de vida contemporâneo. A ideia do desenvolvimento sustentável, ainda que de forma embrionária, assume um caráter diretivo nos debates sobre os rumos do desenvolvimento.

Em decorrência da Conferência de Estocolmo, foi criado o PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e a CMMAD – Comissão Mundial para o meio ambiente e Desenvolvimento. Essa última Comissão produziu relatório que ficou conhecido como Relatório *Brundtland* ou “Nosso Futuro Comum”.

O relatório *Brundtland* abriu um imenso debate na academia sobre o significado de desenvolvimento sustentável. Constituiu o maior esforço então conhecido para conciliar a preservação do meio ambiente com o desenvolvimento econômico.

Segundo o mencionado relatório, “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46), conceito este incorporado na Agenda 21, documento desenvolvido na Conferência “Rio 92”.

Sem adentrar nas inúmeras discussões a respeito do conceito de desenvolvimento sustentável, já que não constitui o escopo do presente trabalho, é forçoso reconhecer que o referido termo possibilitou o surgimento de múltiplas dimensões de sustentabilidade, especialmente o relacionado à qualidade do próprio desenvolvimento.

### 3.3 DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

A crença do domínio técnico sobre a natureza deu o tom da racionalidade moderna. A verdade científica serviu como pilar utilizado para legitimar a intervenção do homem na natureza. Acreditava-se que a certeza do método científico e o racionalismo venceriam a incerteza.

Tal modelo de racionalidade, no entanto, passou a ser desconstruído, na medida em que se compreendeu que a realidade não poderia ser expressa sem a consideração das flutuações e instabilidades que lhe dão contorno. A transição de uma sociedade industrial para uma sociedade de risco é o resultado da elevação do risco como elemento estruturante da sociedade.

Nesse contexto, sabe-se que a primeira referência à necessidade de precaução relacionada ao meio ambiente é de meados da década de 80, quando a proteção à camada de ozônio exigiu a adoção de medidas tendentes à redução das emissões de algumas substâncias, entre as quais os clorofluorcarbonos. Internacionalmente, por sua vez, foi reconhecido como princípio autônomo na Segunda Conferência Internacional sobre a Proteção do Mar do Norte, em 1987 (MARTINS, 2002).

A Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em sua declaração de princípios, emancipando o princípio da precaução em relação ao princípio da prevenção, redigiu, no item 15 do seu texto, o seguinte:

Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (ONU, 1992, p.3).

O princípio da precaução, conforme se observa, impõe um decidir ético frente a um contexto de incertezas. Segundo Hammerschmidt (2002), ele articula-se sobre dois pressupostos, que são a possibilidade que condutas humanas causem danos coletivos e a falta de evidência científica (incerteza) a respeito da existência do dano temido – por outra.



Ainda que se esteja diante de controvérsias científicas a respeito de efeitos nocivos de atividades potencialmente degradadoras ao meio ambiente, é imperativa a cessação dessas atividades. Isso porque quando sobre tais efeitos pesar a certeza de sua prejudicialidade, os danos decorrentes poderão ter atingido proporção e dimensão que não mais possibilitem a reversão ou reparação desses danos (MIRRA, 1996).

### 3.4 DO PRINCÍPIO DA PREVENÇÃO

O princípio da prevenção está ancorado na certeza de que determinada atividade provoca riscos à saúde e ao meio ambiente, exigindo-se, assim, a adoção de medidas neutralizadoras desses riscos. Segundo esse princípio, os perigos comprovados devem ser eliminados por ações tomadas antes que o dano ambiental ocorra.

Ele apresenta traço distintivo importante em relação ao princípio da precaução. O elemento risco está presente nas duas espécies, porém, sob configurações distintas. A prevenção refere-se ao perigo concreto. Já a precaução tem que ver com o perigo abstrato (LEITE e AYALA, 2002).

Nesse mesmo sentido, Hammerschmidt afirma que:

O princípio da prevenção é uma conduta racional frente a um mal que a ciência pode objetivar e mensurar, que se move dentro das certezas das ciências. A precaução, pelo contrário, enfrenta a outra natureza da incerteza: a incerteza dos saberes científicos em si mesmo (Hammerschmidt, 2002, p. 111).

O princípio da prevenção encontra respaldo no art. 225, *caput*, da Constituição Federal (BRASIL, 1988), uma vez que a imposição ao Poder Público e à coletividade do dever de defesa e preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações, representa uma consagração implícita de tal princípio.

Assim, é um dos princípios mais importantes que norteiam o direito ambiental. É através dele compreende-se ser mais eficaz se precaver do que reparar danos ambientais. O Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA/RIMA),

previsto no inciso IV, § 1º, do artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), é um claro exemplo de instrumentalização do princípio da prevenção.

### 3.5 DO PRINCÍPIO DA PARTICIPAÇÃO – INFORMAÇÃO AMBIENTAL

No Brasil existem diversos mecanismos sociais, econômicos e jurídicos de participação da sociedade na questão ambiental. Um deles é a audiência pública, instrumento que teve origem no direito anglo-saxão, fundamentado no direito inglês e no princípio de justiça natural, e no direito norte americano, ligada ao princípio do devido processo legal.

Analisando-se o aspecto legal da audiência pública no direito brasileiro, importa destacar que o art. 8º, inciso II, da Lei n.º 6.938, a qual instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente, autoriza a convocação de entidades privadas para atuar informativamente na apreciação de estudos de impacto ambiental (BRASIL, 1981). Já a Resolução n.º 009/87 do Conama prevê a realização de audiência pública sempre que julgar necessário ou quando solicitada por entidade civil, pelo Ministério Público ou por mais de cinquenta cidadãos (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1987).

A Resolução Conama n.º 237/1997, em seu artigo 10, V, disciplina que o procedimento de licenciamento ambiental obedecerá à etapa de audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997). A realização de audiência pública para análise do RIMA e também do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) tem previsão constitucional, *ex vi* do artigo 225, §1º, IV (BRASIL, 1988).

Indiscutivelmente a audiência pública associa-se à prática da própria democracia. É um instrumento que empresta legitimidade e transparência à decisão política, legal, e ambiental.

Não obstante a inegável importância da audiência pública como instrumento de participação dos cidadãos nas questões ambientais, apenas colocar à disposição da população os dispositivos necessários à tutela do meio ambiente

tem se mostrado insuficiente à efetiva participação do povo nos temas relacionados ao meio ambiente.

Para maximizar a participação popular é preciso, mais do que disponibilizar os instrumentos de participação, conscientizar a sociedade da importância do exercício de um papel ativo na defesa do meio ambiente. O descompromisso da população com a questão ambiental afasta qualquer interesse no conhecimento sobre os expedientes necessários à promoção de um ambiente saudável e qualidade de vida.

Dessa forma, a educação ambiental, em razão da sua visão holística e interdisciplinar, consiste em um instrumento fundamental na maximização da participação popular nas questões ambientais. É justamente a aquisição de conhecimentos e habilidades, no processo educativo, que desperta o interesse e a prática de ações cidadãs que reflitam na construção de uma sociedade ambiental. (PHILIPPI JR. e PELICIONI, 2000).

Segundo Machado (2014), a informação ambiental assume duas dimensões: a primeira relaciona-se com o próprio processo de educação da sociedade. A segunda, por sua vez, é permitir que a pessoa informada debata ou aja frente a um determinado tema ambiental, abstrato ou concretamente.

A importância da informação ambiental na promoção de um futuro possível está justamente no combate à inércia. A sociedade passa de expectadora à uma posição ativa na defesa e preservação do meio ambiente, na medida em que a informação, mais do que construir opinião, representa um papel fundamental na formação da consciência ambiental.

## 4 EXPLORAÇÃO DE GÁS DE FOLHETO E A 12ª RODADA DE LICITAÇÃO

Após abordar o contexto e fixar as premissas para uma melhor avaliação do que se propõe no presente trabalho, necessário agora permear as questões técnicas que envolvem o processo de fraturamento hidráulico, desde as características geológicas relacionadas ao *shale gas* até a descrição pormenorizada do método não convencional de exploração utilizado.

Dado esse referencial, reflete-se sobre alguns aspectos regulatórios do setor de óleo e gás no Brasil para, logo após, examinar todos os fatos que marcaram a 12ª Rodada de Licitação de blocos exploratórios. Para ilustrar a série de erros cometidos na mencionada Rodada de Licitação, elegeu-se a Bacia do Paraná, onde se encontram alguns blocos exploratórios que foram arrematados, alvo de vários questionamentos de órgãos ambientais e especialistas.

### 4.1 DO RECURSO NÃO CONVENCIONAL

A formação de uma acumulação comercial de recurso convencional em uma bacia sedimentar demanda a associação de uma série de fatores, a saber:

(a) a existência de rochas ricas em matéria orgânica, denominadas de rochas geradoras; (b) as rochas geradoras devem ser submetidas às condições adequadas (tempo e temperatura) para a geração do petróleo; (c) a existência de rochas com porosidade e permeabilidade necessárias à acumulação e produção do petróleo, denominada de rocha reservatório; (d) a presença de condições favoráveis à migração do petróleo da rocha geradora até a rocha reservatório; (e) a existência de uma rocha impermeável que retenha o petróleo, denominada de rocha selante ou capeadora; e, (f) um arranjo geométrico das rochas reservatório e selante que favoreça a acumulação de um volume significativo de petróleo. (CAVA, 2014).

Ocorre que os hidrocarbonetos também podem estar armazenados em grandes volumes em rochas que não são, pelo menos a princípio, rochas reservatórios, como o xisto, por exemplo, ou outras de granulação tão fina a ponto de o volume necessário para armazenamento ser proporcionado por pequenas

fraturas e por poros de dimensão extremamente reduzida (LECHTENBÖHMER *et al.*, 2011).

Recurso não convencional, segundo item 1.3.46 da minuta de contrato da 12ª Rodada de Licitações é a:

(...) acumulação de Petróleo e Gás Natural que, diferentemente dos hidrocarbonetos convencionais, não é afetada significativamente por influências hidrodinâmicas e nem é condicionada à existência de uma estrutura geológica ou condição estratigráfica, requerendo, normalmente, tecnologias especiais de extração, tais como poços horizontais ou de alto ângulo e fraturamento hidráulico ou aquecimento em retorta. Incluem-se nessa definição o Petróleo extrapesado, o extraído das areias betuminosas ("*sand oil*" ou "*tar sands*"), dos folhelhos oleíferos ("*shale oil*"), dos folhelhos ricos em matéria orgânica ("*oil shale*" ou xisto betuminoso) e das formações com baixíssima porosidade ("*tight oil*"). Consideram-se, também, na definição, o gás metano oriundo de carvão mineral ("*coal bed methane*" ou "*coal seam gas*") e de hidratos de metano, bem como o Gás Natural extraído de folhelhos gaseíferos ("*shale gas*") e de formações com baixíssima porosidade ("*tight gas*") (ANP, 2013).

A classificação do gás em convencional ou não convencional nada tem quer ver com as características físico-químicas do gás natural, formado basicamente por CH<sub>4</sub> (metano) e, em menor percentual, propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) e outros gases (C<sub>5</sub>, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>). A taxonomia geológica está mais relacionada aos atributos geológicos da rocha-reservatório (EIA, 2013).

Conforme expõe Jacomo:

Enquanto que na estrutura geológica das fontes ditas convencionais de petróleo e gás, por exemplo, há um sistema petrolífero que engloba rochas geradoras maduras, trapas, rocha reservatório e rocha selante, no caso dos não convencionais, essas estruturas encontram-se reunidas em uma só fase, ou seja, a rocha geradora constitui-se enquanto rocha reservatório que, por sua vez, constitui-se como rocha selante. Portanto, há uma quebra do ciclo natural de um sistema petrolífero tradicional. Ainda, outro fator importante que a caracteriza é sua baixa porosidade e permeabilidade, que impede que o gás natural ali armazenado flua naturalmente, necessitando que esta seja fracionada de forma a aumentar sua permeabilidade (JACOMO, 2014, p. 4).

A descoberta de acumulações de hidrocarbonetos em folhetos, por exemplo, que atuam concomitantemente como rocha geradora e rocha reservatório, veio fraturar o paradigma geológico centrado na seguinte divisão tripartite: rocha geradora, rocha reservatório e selo (ZEITONE *et al.*, 2013).

Saliente-se que não são apenas esses aspectos que distinguem o gás convencional do não convencional. Há também diferenciação no comportamento dos projetos. Nos não convencionais se exige um esforço exploratório elevado e contínuo em novos poços para manter ou ampliar a produção, uma vez que os poços apresentam uma taxa de declínio muito rápida.

As despesas operacionais dos projetos não convencionais são também mais elevadas, o que justifica o alto custo de produção dessas reservas. Nesse tipo de projeto o *payback* é mais longo, na medida em que o pico de produção do campo só é atingido depois do investimento para desenvolvimento dos vários poços do projeto.

A recuperação de gás nos reservatórios convencionais é muito superior aos reservatórios não convencionais. Nos reservatórios de *shale gas*, por exemplo, são recuperados cerca de 20 a 30% do gás armazenado. Por sua vez, os reservatórios de gás convencional possuem uma porcentagem de recuperação entre 50 a 80% (FARAJ *et al.*, 2004).

Além disso, em razão do baixo teor de hidrocarbonetos das rochas fonte nas jazidas não convencionais, a extração por poço é muito inferior à dos campos convencionais, o que torna a sua produção muito mais onerosa. Não é o gás que é não convencional, mas sim as técnicas utilizadas para sua extração (LECHTENBÖHMER *et al.*, 2011).

## 4.2 DO GÁS DE FOLHETO (*SHALE GAS*)

Para Ribeiro (2014), as quatro principais fontes de gases que não estão associados à ocorrência de petróleo (gases não convencionais) são o gás confinado (*tight gas formations*), encontrado em rochas impermeáveis ou de baixa permeabilidade<sup>4</sup>; o hidrato de metano, que se concentra em áreas sedimentares marinhas com mais de 500 m de lâmina de água; o metano, que ocorre entre camadas de carvão mineral; e o gás de folheto (*shale gas*).

---

<sup>4</sup> O gás confinado geralmente é encontrado em arenitos e também em rochas carbonáticas.

Sobre o gás de folheto é importante que se diga que nomeá-lo como “gás de xisto<sup>5</sup>” é tecnicamente impróprio. Conforme explica Ribeiro:

Gás de folheto é aquele que se acumulou ao longo do tempo em rochas sedimentares, que se formaram de finos grãos de argila em depósitos de origem marinha ou lagunar devido à baixa intensidade de energia desses ambientes, o que facilita a deposição dos sedimentos. O resultado de anos de pressão sobre esse material é uma rocha com uma aparência peculiar, que parece um acúmulo de folhas. Tais rochas possuem elevada fissibilidade, ou seja, podem ser separadas em lâminas.

O gás que se formou nesse tipo de rocha é resultado da concentração de matéria orgânica que foi depositada ao longo de séculos. Por isso está errado nomeá-lo como gás “de xisto”, pois, apesar de ter um aspecto similar ao das rochas sedimentares, uma concentração de lâminas, o xisto é resultado de processos metamórficos que alteraram a rocha por mudanças intensas de pressão e temperatura, o que dificulta o acúmulo de matéria orgânica (RIBEIRO, 2014, p.89).

Acredita-se que as principais reservas de *shale gas*, respectivamente por volume, estejam na China, Estados Unidos, Argentina e México. O Brasil aparece apenas na décima colocação do ranking mundial de reservas tecnicamente recuperáveis (LAGE *et al.*, 2013). Os depósitos de gás de folheto vão desde pequenos acúmulos, sem qualquer expressão econômica, a até reservas colossais, como o da Formação Green River, no oeste dos Estados Unidos (SANTOS e MATAI, 2010).

Apesar de a China ter provavelmente a maior reserva de gás não convencional, quem lidera o ranking de produção são os Estados Unidos, com cerca de 358 bcm em 2010 (IEA *apud* LAGE *et al.*, 2013). No Brasil, as principais áreas com recursos já classificados como reservas localizam-se nos Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, e Goiás (PETROBRAS *apud* SANTOS e MATAI, 2010).

A utilização do xisto como recurso energético teve seu início no final do século XVIII. Nos Estados Unidos, aproximadamente 200 (duzentas) pequenas usinas extraíam óleo de xisto. Com a perfuração do primeiro poço de petróleo na Pensilvânia, em 1859, o xisto foi preterido, uma vez que o custo de extração e beneficiamento desse último recurso era inferior em relação ao primeiro.

---

<sup>5</sup> Em português, o termo xisto, foi traduzido do termo *schiste*, que significa folheto em francês. Embora equivocado, o termo gás de xisto vem sendo associado com a designação norte-americana para a técnica. Dessa forma, o presente trabalho, em algumas partes, também irá se utilizar da referida denominação.

Naturalmente, muitas usinas que processavam o xisto foram transformadas em refinarias de petróleo (PETROBRAS, 1982).

Embora as tentativas de implantar a industrialização do xisto no Brasil datem desde o final do século XIX, a exploração e produção de tais recursos só ganharam destaque no país no início da Era Vargas, em 1930. O processo de deslocamento do eixo econômico produtivo da agricultura para a indústria culminou em um grande aumento da demanda de energia (FURTADO, 1998).

O *Shale gas*, no entanto, só ganhou relevância como recurso energético com o desenvolvimento de tecnologia de extração que o viabilizou economicamente. A principal técnica hoje utilizada é o fraturamento hidráulico.

#### 4.3 DO FRATURAMENTO HIDRÁULICO

O processo de pesquisa e produção de gás por meio da técnica do fraturamento, num primeiro momento, segue os mesmos procedimentos adotados para a obtenção de gás convencional. A distinção entre o modo de extração ocorre quando surge à necessidade de fraturamento da rocha. Tal diferença é claramente abordada no Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás, que assim explica:

Nesta primeira etapa, os riscos e impactos negativos a serem avaliados estão relacionados a uma perfuração convencional em terra. Há necessidade de projeto de poço focado na geologia do local; planejamento para abertura de vias de acesso e da própria área para instalação da torre de perfuração, de forma a resguardar a vegetação, fauna e águas superficiais; cuidado com o transporte, manuseio e uso disposição final de produtos químicos utilizados nos fluidos de perfuração e completação de poços; preocupação com a origem da água a ser utilizada na sonda e seu posterior descarte; adequado revestimento dos poços, com isolamento dos aquíferos e reservatórios; adequado tratamento e disposição final de efluentes e rejeitos, como cascalhos, fluidos utilizados e água de produção. Numa etapa posterior, à diferença da produção convencional, devido à permeabilidade muito baixa das formações rochosas há necessidade de fraturamento da rocha e manutenção destas fraturas permeáveis, para que o gás possa escoar entre os grãos da rocha até o poço. Isto é conseguido pelo bombeio de fluidos de fraturamento em elevada pressão na formação-alvo, normalmente atravessada por poço horizontal na zona de interesse, de forma que esta se rompa nos planos de falha e outras fraquezas naturais da rocha. Os espaços abertos são preenchidos pelo material injetado, que assegura a permeabilidade necessária para escoamento da produção,



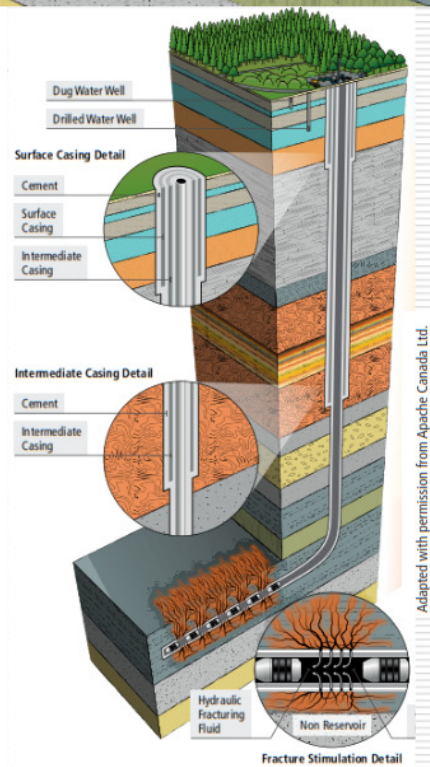
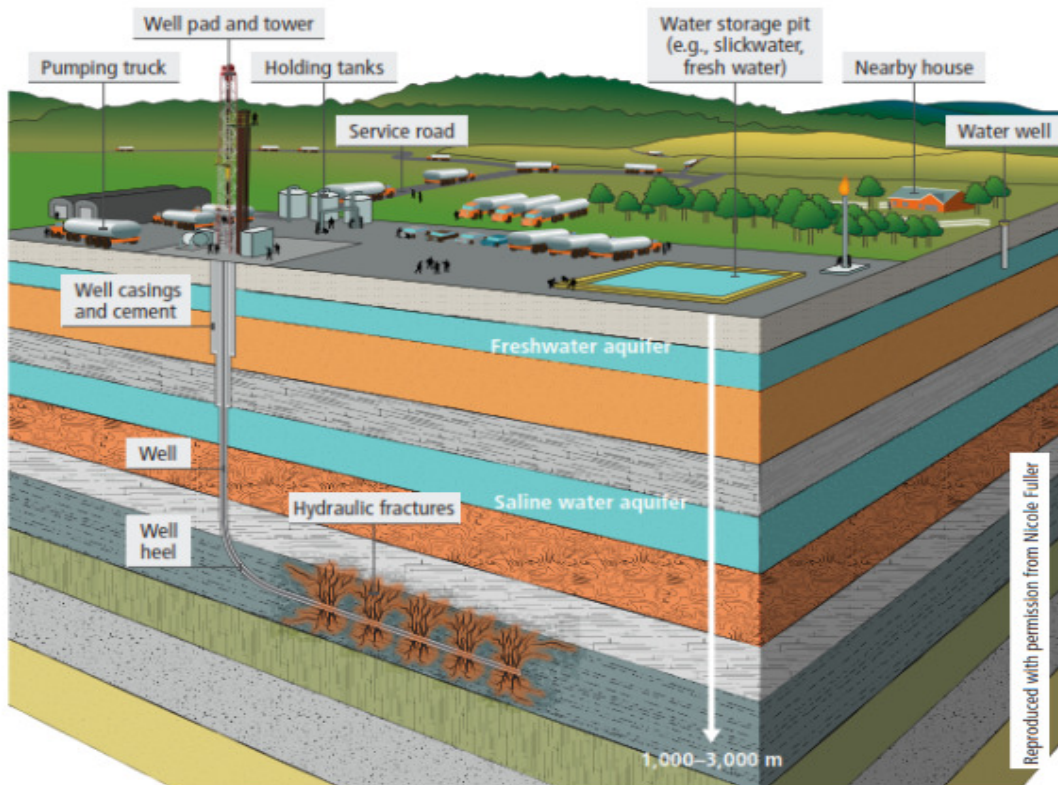
como areias, bauxita e cerâmica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013, p. 50).

Lage *et al.*, por sua vez, faz uma descrição mais detalhada de todo o conjunto de procedimentos necessários para a exploração de gás não convencional, a saber:

- Exploração sísmica: o interior das formações rochosas é mapeado com a utilização de ondas sonoras e reconstrução 3D, identificando-se a profundidade e a largura das rochas de xisto. Esse processo pode ser conduzido pelo ar, por computação (analisando-se dados antigos), ou pelo solo.
- Preparação do terreno: em área de aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup>, o terreno é nivelado e compactado para acomodar os equipamentos de exploração e produção. Infraestrutura de acesso ao local também deve ser provida nessa fase, para viabilizar a logística da operação, que envolve, entre outros elementos, uma grande quantidade de caminhões e maquinário pesado.
- Perfuração vertical: perfuram-se até 12 poços em direção à rocha de xisto, situada em profundidade típica de 1,2 km a 3,6 km. As paredes do poço são revestidas com camadas de aço e cimento. Destaca-se que nesse tipo de formação os recursos tendem a estar distribuídos ao longo de imensas áreas geográficas, ao contrário das fontes convencionais, cujos recursos estão distribuídos em limites espaciais bem mais restritos. Essa característica do gás de folheto reduz significativamente seu risco exploratório [MIT (2011)]. Assim, conhecendo-se a geologia do local, a produção torna-se mais previsível.
- Perfuração horizontal: são perfuradas as seções horizontais do poço, de até 1,2 km de extensão, em diferentes direções. Sensores de gás são utilizados para garantir que o poço se restrinja à área que contém os hidrocarbonetos. Depois de trinta a quarenta dias de perfuração, pode-se completar a cabeça de poço. Essa etapa foi uma das técnicas de maior impacto na viabilização da produção de *shale gas*, juntamente com a fratura hidráulica, descrita a seguir.
- Fratura hidráulica (*fracking*): a capa de concreto da seção horizontal é perfurada com uma série de explosões controladas e a mistura de água, areia e componentes químicos é injetada sob alta pressão (5.000 psi). A areia é utilizada para manter abertas as fissuras na rocha, permitindo o fluxo de gás. Essa etapa dura, em geral, entre três e dez dias. O aluguel de equipamentos de perfuração e fratura hidráulica representa o maior item de custo na exploração do *shale gas*. Esse custo vem se reduzindo drasticamente nos últimos dez anos, Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro à medida que as empresas aprendem a completar a perfuração e a fratura hidráulica em tempos cada vez menores. Segundo estudo do *Breakthrough Institute* [Trembath *et al.* (2012)], ainda há espaço na indústria para redução de custos via redução do tempo de uso desses equipamentos alugados.
- Gestão de resíduos: a grande quantidade de água utilizada na etapa anterior é armazenada em tanques, devendo ser devidamente tratada e descartada.
- Produção: a árvore de natal é posicionada para que o gás possa fluir até a estação de compressão e, posteriormente, a infraestrutura de transporte (LAGE *et al.*, 2013, p. 42-43).

A figura abaixo ilustra a extração do gás de folheto pelo método de fraturamento hidráulico.

Figura 1 – MÉTODO POR FRATURAMENTO HIDRÁULICO NÃO CONVENCIONAL.



FONTE: HIRATA(2016).

O primeiro poço de *Shale gas* dos Estados Unidos foi perfurado em 1821, a partir de observação de formação de bolhas de gás na superfície de um lago. Com 9 metros de profundidade, localizado no Estado de Nova Iorque. O *Shale gas* naquele poço deixou de ser explorado, em razão de sua insatisfatória produção (Ribeiro, 2015).

No campo de Hugoton Field, no estado do Kansas, Estados Unidos, ocorreu em 1947 a primeira operação de fraturamento hidráulico, em um poço de gás operado pela empresa Pan America Petroleum Corp. O poço de baixa produtividade que foi submetido ao fraturamento já havia sofrido, sem sucesso, um processo de acidificação (HOLDITCH, 2007).

A extração do gás das camadas de xisto começou a ser estudada nos Estados Unidos na década de 70. Em razão da complexidade e alto custo do processo, era inviável a produção em larga escala. Com o desenvolvimento de tecnologias complementares, nas décadas seguintes a exploração comercial do gás passou a ser realidade (CHIOSSI, 2013).

Um dos incentivos que desempenharam papel importante na extração do gás de folheto foi a *Section 29*. Segundo Yergin:

Trata-se de uma cláusula da lei fiscal de 1980 sobre lucros inesperados que concedia crédito fiscal federal para perfuração do chamado gás natural não convencional. Ao longo dos anos, esse incentivo fiscal cumpriu o seu propósito: estimulou a atividade que, de outro modo, não teria ocorrido. Na década de 1990, o crédito fiscal apoiou principalmente o desenvolvimento de duas outras formas de gás natural não convencional e do gás de reservatórios arenosos impermeáveis, que representam um desafio e tanto (YERGIN, 2014, p.21).

A persistência de um produtor de petróleo e gás de Houston, George P. Mitchell, contribuiu significativamente para o desenvolvimento de tecnologia necessária para extração do gás de folheto. A empresa de Mitchell havia sido contratada para fornecer uma quantidade considerável de gás natural para alimentar um gasoduto que abastecia a cidade de Chicago. Ocorre que as reservas de gás natural estavam cada vez mais escassas. Foi um relatório geológico de 1982, o qual apontava para a existência de gás natural aprisionado em rochas duras, como o xisto, que fez Mitchell envidar trabalho, tempo e dinheiro para extrair o gás (YERGIN 2014).

No entanto, apenas em 1998 que a Mitchell Energy, depois de ter experimentado diversos métodos de fracionamento hidráulico, adaptou uma técnica com razoável sucesso conhecida como LSF (*light sand fracking*) para quebrar a rocha. Mas foi com a compra da Mitchell Energy pela Devon Energy, em 2002, que o gás de xisto passou a ser comercialmente acessível.

A associação do *know how* da Mitchell em fracionamento hidráulico com a habilidade da Devon em perfuração horizontal desencadeou a chamada revolução do gás não convencional (YERGIN, 2014).

Não se pode também olvidar dos esforços de pesquisa do Gas Research Institute, criado em 1976 nos Estados Unidos, junto ao Gas Technology Institute para pesquisar novas técnicas de exploração de gás, dentre elas o fraturamento hidráulico.

#### 4.4 DO ASPECTO REGULATÓRIO BRASILEIRO – ÓLEO E GÁS

O regime jurídico-regulatório de exploração e produção de óleo e gás natural reflete a forma como o Estado organiza essas atividades e como se envolve e se relaciona com os diferentes agentes da aludida indústria. É também o regime jurídico-regulatório que estabelece a relação e o envolvimento entre o Estado hospedeiro e as *Oil Companies* (BAIN & COMPANY e TOZZINI FREIRE ADVOGADOS, 2009, p. 21).

O modelo de concessão está previsto na Lei n.º 9.478, de 06 de agosto de 1997 (Lei do Petróleo), a qual dispôs sobre a Política Energética Nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo e institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo. Nos termos do art. 5º da mencionada Lei, a pesquisa e lavra das jazidas de petróleo e gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos podem ser exercidos mediante concessão (BRASIL, 1997).

Segundo Ribeiro:

A concessão de petróleo e derivados é um ato bilateral, formado por um contrato, que formaliza um acordo de vontades entre Estado e pessoa jurídica, sendo oneroso, firmado para a execução de serviços ou para o cumprimento de cláusulas econômicas. Há alguns doutrinadores que

entendem que tal contrato é de natureza jurídica *sui generis*, por serem contratos estabelecidos entre países e particulares, no qual a contratante estatal figura como um empresário com uma função econômica.

As fases da concessão em petróleo e gás para os contratos da lei do petróleo são:

1. Licitação para as atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás, com base nos blocos que serão objeto de contratos de concessão;
2. Fase de exploração das atividades em que há a avaliação de uma provável descoberta de petróleo ou gás natural, com o fim de determinar as possibilidades comerciais da área;
3. Fase de produção que inclui as atividades de desenvolvimento para obtenção do óleo;
4. Concessão atribuída às empresas que atendam aos requisitos técnicos, econômicos e jurídicos estabelecidos pela ANP (art.25, da Lei do Petróleo) (RIBEIRO, 2013, p.115).

São procedimentos a serem seguidos nas licitações de áreas exploratórias, no Brasil, a saber:

- i. Definição dos blocos exploratórios que serão submetidos à aprovação do CNPE; ii. Avaliação geológica das áreas selecionadas; iii. Definição do bônus de assinatura, objetivo exploratório e Programa Exploratório Mínimo (PEM); iv. Aprovação CNPE – publicação de resolução autorizando a realização da licitação; v. Publicação do edital, audiências públicas e qualificação das empresas; vi. Apresentação e julgamento das ofertas (“Bid”); e vii. Assinatura dos contratos (PETERSOHN, 2014, p.13).

Desde a promulgação da Lei do Petróleo, as Rodadas de Licitação para Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo e Gás Natural, também regidas pelo art. 177 da Constituição Federal (BRASIL,1988), pela Lei n.º 12.351/2010 (BRASIL, 2010), pela Resolução - ANP 18/2015 (ANP, 2015), pela Resolução n.º 8/2003 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2003), do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), além de outros normativos setoriais específicos, constituem o único meio legal no Brasil para a contratação, sob o regime de concessão, das mencionadas atividades econômicas.

A ANP, na condição de órgão regulador da indústria do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis, é responsável pelas atividades operacionais relacionadas ao planejamento e execução da outorga, tais como a promoção de estudos visando à delimitação de blocos, elaboração de editais e desenvolvimento das licitações das áreas a serem ofertadas, além das demais atribuições previstas no art. 8º da Lei n.º 9.478/97 (BRASIL, 1997).

#### 4.5 DA 12ª RODADA DE LICITAÇÃO

A 12ª Rodada de Licitações contemplou o tradicional regime de concessão, por não abranger áreas do pré-sal ou estratégicas. Foi autorizada pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) por meio da Resolução nº 06/2013 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013).

A referida Rodada propôs-se a licitar áreas em bacias de nova fronteira com o objetivo de atrair investimentos para regiões geologicamente pouco conhecidas ou com barreiras tecnológicas a serem vencidas. O intuito da ANP foi possibilitar o surgimento de novas bacias produtoras de gás natural e de recursos petrolíferos convencionais e não convencionais. Também foram licitadas áreas em bacias maduras, para fins de continuidade da exploração e produção de gás natural a partir de recursos petrolíferos convencionais e não convencionais (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013).

Foram 240 blocos exploratórios distribuídos em 13 setores de 7 bacias sedimentares (Acre, Parecis, Paraná, Parnaíba, SEAL, Recôncavo e São Francisco), com uma área total proposta em torno de 164.000 km<sup>2</sup>. Apenas 72 blocos foram arrematados. Em termos de competitividade, apenas 21 empresas se habilitaram (PETERSOHN, 2013).

A Petrobras arrematou 68% (sessenta e oito por cento) dos blocos exploratórios em terra. A Agência Nacional do Petróleo levantou R\$ 165.000.000,00 (cento e sessenta e cinco milhões) em bônus de assinatura, representando um ágio de 755,95% em relação ao preço mínimo (QUAINO, 2013).

Essa Rodada de Licitações tem sofrido várias críticas. A primeira delas consiste no fato de a publicação da Resolução CNPE n.º 6 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013), no Diário Oficial da União de 25 de junho de 2013, ter autorizado a realização da 12ª Rodada de Licitações sem a importante emissão de parecer do GTPEG (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIDORES DA CARREIRA DE ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE E PECMA, 2013).

O Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás – GTPEG, na forma como composta hoje, foi reformulada pelas Portarias MMA n.º 218/2012 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012) e

234/2013 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013) e tem como objetivo apoiar tecnicamente a interlocução com o setor de exploração e produção de petróleo e gás natural.

Composto por representantes do Ministério do Meio Ambiente, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes atua especialmente nas análises ambientais prévias à definição de áreas para licitação e às recomendações estratégicas para o processo de licenciamento ambiental das atividades de no setor de Óleo e Gás (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Nos termos do inciso V, do art. 2º, da Resolução n.º 8, de 21 de julho de 2003, a ANP, ao selecionar as áreas para licitação, deve adotar eventuais exclusões de áreas por restrições ambientais, consoante manifestação conjunta da própria Agência, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e de Órgãos Ambientais Estaduais (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2003).

Em audiência pública n.º 25/2013, ocorrida em 18 de setembro de 2013, no hotel Windsor Barra, no Rio de Janeiro, se fizeram presentes cerca de 150 (cento e cinquenta) pessoas, representante de empresas e fornecedores de bens e serviços ligados ao setor de óleo e gás, além de escritórios de advocacia, associações, sindicatos e imprensa (ANP, 2013).

A aludida audiência foi precedida de consulta pública de 20 (vinte) dias, período em que a Agência Nacional do Petróleo recebeu cerca de 150 (cento e cinquenta) contribuições de 13 (treze) agentes interessados (ANP, 2013).

Chama a atenção o fato de não ter se discutido questões ambientais na audiência 25/2013. Na verdade, pautou-se quase que exclusivamente temas econômicos, como a descentralização de investimentos exploratórios, desenvolvimento da pequena indústria petrolífera, a fixação de empresas nacionais e estrangeiras no Brasil, a geração de empregos e a distribuição de renda (ANP, 2013).

Também se discutiu questões técnicas, como os aspectos gerais do pré-edital e da minuta de contrato de concessão, o processo de habilitação e qualificação das empresas (ANP, 2013).

A ANP, através do aviso de Consulta Pública e Audiência Pública n.º 30/2013, publicada no Diário Oficial da União de 17/10/2013, comunicou aos agentes econômicos do setor de exploração e produção de petróleo e gás natural e aos demais interessados a realização de Audiência Pública, precedida de Consulta Pública, cujo um dos objetivos principais foi à obtenção de subsídios e informações adicionais sobre a minuta de Resolução que estabelece os parâmetros técnicos para a perfuração de poços seguida do emprego da técnica de Fraturamento Hidráulico Não Convencional (ANP, 2013).

Mais uma vez faz-se necessário observar o precário planejamento da ANP para o tratamento das questões de impacto ambiental da produção em áreas não convencionais. O início das discussões a menos de 02 (dois) meses antes da previsão da realização da licitação evidencia a desorganização e displicência da Agência sobre questão de grande relevância (BRASIL, 2013).

O processo de Consulta Pública ocorreu no período de 18 de outubro de 2013 a 18 de novembro de 2013. Antes disso, em 14 de outubro de 2013, a ANP, através da Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM, apresentou Nota Técnica n.º 345/SSM/2013, para acompanhar a Consulta Pública, com o escopo de subsidiar a Resolução (ANP, 2013). No seu texto constam as seguintes exigências a serem impostas às empresas que irão explorar os recursos não convencionais no país:

- i. sistema de gestão ambiental: A aprovação da realização da atividade estará condicionada ao cumprimento de diversos requisitos, cujo objetivo é verificar se as condições necessárias ao aproveitamento dos recursos energéticos estão dentro de condições ambientalmente e socialmente aceitáveis. Isto implica, entre outras, na obrigação do Operador garantir que as atividades a serem realizadas não trarão impactos negativos nos aquíferos, demais corpos d'água e solo da região. Além disto, o Operador será instado a manter um gerenciamento de efluentes que reduza ao máximo o consumo de água nas operações e permita o tratamento e a reutilização da água, preferencialmente em outras atividades de fraturamento hidráulico;
- ii. projeto de fraturamento hidráulico não convencional: além da exigência de utilização de revestimentos especificamente projetados para o ambiente de fraturamento hidráulico, deverá ser comprovado que a cimentação atinge parâmetros qualitativos e quantitativos aceitáveis e que o poço será integralmente revestido nas fases anteriores à de produção. O revestimento é o conjunto de tubos de aço instalados após a perfuração para isolar as paredes do poço dos fluidos injetados e extraídos. A simulação das fraturas e estudos geomecânicos, realizados por intermédio de softwares específicos, serão apresentados antecipadamente para garantir que não haverá propagação extensa de fraturas;



iii. sistema de gestão de segurança operacional semelhante aos já exigidos pela ANP, contemplando as características específicas das operações de fraturamento hidráulico, cujos objetivos são a mitigação de riscos, a correta utilização de procedimentos de trabalho, a manutenção de integridade estrutural de equipamentos, dentre outros. Análises de riscos associados às operações também serão submetidas à ANP. Assim, o Concessionário deverá provar ao órgão regulador, tecnicamente, que todas as suas operações são seguras e apresentam grau de risco tolerável. Por sua vez, a ANP autorizará as operações apenas se constatar, por meio de evidências técnicas, a existência de condições ideais para a continuidade das atividades (ANP, 2013).

A solenidade da Audiência Pública ocorreu em 21/11/2013, no escritório da ANP, no Rio de Janeiro. Foram recebidas 195 propostas de pessoas naturais, escritórios de advocacia, universidades, secretarias estaduais, agentes regulados e associações de classe. Figuraram como expositores a ASIBAMA, AEPET, SINDIPETRO-NF, ENERCONS, ENERBIOS, ABRAPCH e GREENPEACE (TEIXEIRA, 2013).

Após todo esse processo, a ANP, através da Resolução n.º 21, de 10/04/2014, estabeleceu os requisitos a serem cumpridos pelos detentores de direitos de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural que executarão a técnica de Fraturamento Hidráulico em Reservatório Não Convencional (ANP, 2014).

Sobre as questões técnicas do processo licitatório em si, é de chamar a atenção o fato de a ANP ter deduzido da metodologia de determinação do bônus mínimo na 12ª Rodada, o quesito “sensibilidade ambiental”. O fator de sensibilidade ambiental, parâmetro de racionalização do cálculo do bônus mínimo de assinatura, permitia determinar um valor mais adequado às expectativas do bloco (BRASIL, 2013).

A lógica na verdade é muito simples. A dificuldade a ser enfrentada na obtenção da licença ambiental é diretamente proporcional à sensibilidade ambiental da área. Por óbvio, quanto maior a sensibilidade, maiores são os riscos e os custos para o cumprimento das exigências ambientais. Retirou-se o fator justamente em Rodada em que o quesito ambiental é extremamente importante.

Também é de causar espécie o fato de a ANP ter encaminhado ofícios aos órgãos ambientais sem abordar o quesito relativo às reservas não convencionais. Tal Agência apenas informava, resumidamente, que o principal objetivo da 12ª Rodada era a oferta de áreas com potencial para a produção de gás natural (BRASIL, 2013).

O Plenário do Tribunal de Contas da União, em acompanhamento dos procedimentos adotados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), para a outorga de concessão de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural (12ª Rodada), nos termos da Instrução Normativa/TCU 27/1998, proferiu acórdão n.º 3.639/2013, de Relatoria do Ministro José Jorge, com as seguintes conclusões:

(...)

Conclusão

101. A 12ª Rodada tem como objetivo primordial o aumento das reservas de gás natural no País, por intermédio da exploração e produção em área terrestre, e tendo como principal diferencial dessa rodada em relação às demais a possibilidade de exploração e produção de recursos considerados não convencionais.

102. Havendo-se amplo histórico sobre a realização de rodadas de blocos de exploração, quanto aos requisitos formais dos procedimentos do primeiro estágio, avalia-se que atenderam a seus fins com ressalvas ligadas à observância de prazo para encaminhamento de informações.

103. Em outra direção, tendo em consideração as características diferenciadas desse certame, mormente no que tange ao planejamento institucional, constatou-se que houve lacunas no debate sobre as potencialidades de impacto ambiental do emprego da tecnologia de fracionamento hidráulico.

104. Como visto, e pautado pela ANP e pelo GTPEG, em seus relatórios e parecer, existem vácuos sobre a adequada regulamentação do assunto no País. A Agência vem procurando estabelecer resolução que discipline o emprego dessa tecnologia sob o ponto de vista operacional e ambiental, com enfoque nas atividades da indústria do petróleo e gás natural. No entanto, com base no parecer da GTPEG, viu-se que não há o mesmo tipo de movimentação por parte dos órgãos ambientais, razão que motivou determinação ao Ibama de verificar a pertinência de provocar o Conama para que discipline o licenciamento ambiental, seja no âmbito estadual, quanto no Federal.

105. Assim, **fluindo-se além das formalidades procedimentais exigidas pela IN TCU 27/1998, conclui-se que essa falta de debate prévio sobre os quesitos ambientais, no caso específico da exploração de recursos não convencionais, configura ressalva aos procedimentos do primeiro estágio.** O fato de a licença prévia ser expedida somente após a licitação e o fato do licenciamento ambiental ser por conta e risco do próprio concessionário não exime os órgãos governamentais de buscarem maior debate prévio quanto ao tema, sobretudo quando se verifica que, nos países em que o gás natural de xisto já é produzido em maior escala, é muito controversa a utilização da técnica do fraturamento hidráulico e os riscos ambientais a ela associados.

106. Ainda que a ANP já esteja debatendo o tema, pelo princípio da precaução, seria mais prudente aprofundar o debate antes da realização do certame, na busca de protocolos que venham a mitigar os riscos associados à exploração de recursos não convencionais eventualmente descobertos.

107. Por fim, **o encaminhamento do parecer do GTPEG<sup>6</sup> fora do prazo regulamentar também aponta para uma ressalva quanto aos procedimentos do primeiro estágio** (BRASIL, 2013).

---

<sup>6</sup> Sigla pela qual se conhece o Grupo de Trabalho Interministerial de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás.

Licitar blocos para exploração de gás não convencional sem atentar para todo o debate ambiental que envolve a técnica de extração é, no mínimo, irresponsável.

#### 4.5.1 Da Bacia do Paraná

Na Bacia Geológica do Paraná se situam não só as imensas reservas de água subterrânea do Sistema Aquífero Guarani (SAG) e do Sistema Aquífero Serra Geral, mas também os rios Uruguai, Paraguai e Paraná.

Segundo Scheibe *et al.*:

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) é, sem dúvida, o mais importante depósito de água subterrânea do Cone Sul da América. Os resultados do PSAG confirmam o potencial e a importância estratégica deste aquífero, que abrange 1,1 milhão de km<sup>2</sup> de uma área onde vivem mais de 15 milhões de pessoas em quatro países da América do Sul (ou 92 milhões de pessoas em sua área de influência, conforme OEA, 2009). São também de grande importância, especialmente nos estados do sul do Brasil, os recursos hídricos contidos nas rochas constituintes da Formação Serra Geral que constituem o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), cujas características hidrogeológicas têm sido cada vez mais estudadas, especialmente a partir do PROESC (FREITAS *et al.*, 2003), que cadastrou mais de 2700 poços neste aquífero, apenas do extremo oeste de Santa Catarina (SCHEIBE *et al.*, 2015, p.10).

Scheibe *et al.*, destacam a necessidade de se estudar os sistemas aquíferos da Bacia do Paraná de forma integrada, nos seguintes termos:

(...) se é possível estudar especificamente cada um desses sistemas aquíferos para compreensão dos seus principais aspectos hidrológicos e hidrogeológicos, é também necessário buscar a compreensão de suas inter-relações, encarando-os como uma única unidade para os fins de gestão – o Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG) -, a ser integrada com os recursos hídricos superficiais de cada bacia hidrográfica, especialmente nas áreas acima referidas, onde essas relações se fazem cada vez mais evidentes, à medida que aumenta a demanda, devido aos processos produtivos, aos diversos períodos de estiagem que as têm assolado nos últimos anos e também à carga de contaminantes já presente em muitos dos mananciais superficiais (SCHEIBE *et al.*, 2015, p.10).

Ao contrário do Aquífero Guarani que tem como característica quase o total confinamento, as águas do Serra Geral são exploradas através de poços

relativamente rasos. Esses poços geralmente apresentam ligação direta com a superfície. Se por um lado torna as águas deste último Aquífero mais acessíveis, na mesma proporção as tornam vulneráveis aos processos de contaminação, não só pelas próprias fraturas das rochas, como também em razão de possíveis defeitos construtivos dos poços (SCHEIBE *et al.*, 2015).

Ribeiro (2015) defende que o conteúdo orgânico total (TOC) do gás na Bacia do Paraná é baixo quando comparado aos reservatórios dos EUA de mesma idade. Prossegue afirmando ainda que em razão de o processo de maturação ter acontecido a partir do aquecimento por intrusões de diabásio ao invés de por subsidência e soterramento, há na referida Bacia grande fragmentação de acumulação de hidrocarbonetos (*sweet spots*), o que dificulta muito a prospecção e produção.

Na Bacia do Paraná, através da 12ª Rodada, tiveram arrematados 16 dos 19 blocos ofertados. O GTPEG, através do Parecer Técnico GTPEG n.º 03/2013, constatou a existência de sobreposição e proximidade entre blocos exploratórios e Unidades de Conservação. Mais especificamente na Bacia do Paraná, são unidades de conservação nos arredores dos blocos disponibilizados: Parque Nacional do Iguaçu, Parque Nacional de Ilha Grande, Parque Estadual Morro do Diabo, Parque Estadual do Rio Peixe, Área de Proteção Ambiental Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, Reserva Biológica de Perobas, Estação Ecológica Mico-Leão-Preto (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

Também foi constatada sobreposição dos blocos com a área de aplicação da Lei n.º 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica) e com áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. Todos os blocos propostos para a Bacia do Paraná estavam sob a área de aplicação da Lei da Mata Atlântica. A partir dos polígonos de distribuição para a Bacia do Paraná, o GTPEG identificou a ocorrência de 65 (sessenta e cinco) espécies ameaçadas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

O Instituto Ambiental do Paraná, através do Ofício n.º 330/2013 – IAP, de 20 de maio de 2013, em resposta ao Ofício n.º 085/SSM/2013, referente à 12ª Rodada de Licitações (no tocante à Bacia do Paraná), teceu as seguintes considerações:

[...] 1. Em relação às Unidades de Conservação Estaduais (UCs), efetuamos a localização gráfica dos polígonos apresentados, aos quais constatamos sobreposição em Unidades de Conservação Estaduais, além das Federais, Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração da Biodiversidade, e Terras Indígenas;

2. Das UCs Estaduais ressaltam-se as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), Parques Estaduais, Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e respectivas zonas de amortecimento;

3. Portanto, solicitamos que as áreas protegidas, acima identificadas, deverão ser excluídas dos polígonos propostos, pois as mesmas foram criadas em espaços territoriais que devem ser preservados dos impactos causados pelas atividades alvo da presente avaliação;

4. Foram identificadas, também, sobreposições com Terras Indígenas e Corredores de Biodiversidade que deverão ter suas normas ambientais legais atendidas; [...] (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2013)

Por sua vez, através do Ofício n.º 425/2013/DPDS/FUNAI-MJ, de 07 de junho de 2013, também sobre a 12ª Rodada de Licitações, o Superintendente da Fundação Nacional do Índio, em resposta ao Ofício n.º 095/SSM/2012, assim aduziu:

[...] 1. Em referência ao Ofício n.º 095/SSM/2012, de 08 de março de 2013, que solicita desta Fundação a realização de breve análise sobre possível conflito e sobreposição entre Terras Indígenas e as áreas em estudo para a 12ª Rodada de Licitações, e com base nas informações apresentadas pela Coordenação Geral de Identificação e Delimitação (CGID) e pela Coordenação Geral de Índios isolados e Recém Contatados (CGIIRC) desta Fundação, exaradas nos Memorandos n.º 356/CGID/2013 e n.º 232/CGIIRC/DPT/2013 (ambos em anexo), informamos o que segue. 2. Foi identificada a sobreposição de Bloco Exploratório, constante na Bacia do Paraná, com a Terra Indígena Xetá, atualmente em estudo conforme Portaria n.º 721/PRES, de 10/07/2009. Para as demais Bacias Sedimentares, não foram identificados sobreposições entre Terras Indígenas e Blocos Exploratórios (FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO, 2013).

Não é só. Não há estudos preliminares e nem mesmo conhecimento de importantes características geológicas das bacias sedimentares para as áreas ofertadas pela ANP. Consoante Acórdão 3.639 do Tribunal de Contas da União:

... após o licenciamento da exploração e produção das reservas convencionais, ao se estender tal exploração e produção em reservas não convencionais, será exigido dos concessionários que providenciem, juntos aos órgãos competentes, a devida revisão dos respectivos licenciamentos ambientais. Hoje os Oemas, cujas regiões se espera a presença de recursos não convencionais, estão habituados ao licenciamento convencional, todavia, não se tem tal segurança quanto ao conhecimento sobre as especificidades ambientais do uso do fraturamento hidráulico, mormente quando não houve nenhuma menção nos pareceres destes órgãos no que concerne à sensibilidade ambiental das áreas licitadas com a possibilidade de exploração de gás natural não convencional (BRASIL, 2013).

Todas essas questões precisam ser analisadas. Não há como se admitir a exploração de gás não convencional na Bacia do Paraná quando existem inúmeros fatores que sinalizam o sério risco de degradação ambiental.

## 5 EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHETO E SUAS IMPLICAÇÕES

A cada dia se avolumam estudos e relatos que denunciam graves problemas ambientais decorrentes da utilização do fraturamento hidráulico para extrair o gás de folheto.

Os possíveis impactos na natureza ao longo desse processo são de largo espectro, dentre os quais se podem destacar: a elevada ocupação do solo; a poluição atmosférica e sonora; poluição de recursos hídricos; terremotos induzidos; mobilização de partículas radioativas do subsolo e o elevado consumo de recursos naturais e técnicos.

De outro lado, as deficiências de infraestrutura no Brasil, principalmente às relacionadas ao sistema dutoviário põe em dúvida a utilidade da exploração do *shale gas*. A exploração do gás de folheto requer infraestrutura dispendiosa, principalmente no Brasil, onde a malha dutoviária ainda é inexpressiva quando comparada a outros países, como os Estados Unidos.

Por fim, relevante também conhecer se o posicionamento do Congresso Nacional, até o momento, sobre a utilização do fraturamento hidráulico para obtenção do gás de folheto, assume uma perspectiva preventiva ou se contempla apenas o aspecto econômico.

### 5.1 QUESTÕES AMBIENTAIS

A mitigação dos impactos das atividades das empresas do setor de óleo e gás e a conciliação entre as operações dessas empresas com a sustentabilidade do planeta exige inovação tecnológica, estabelecimento de políticas internas, adequado sistema de gestão estruturado com a experiência obtida com impactos ambientais já ocorridos.

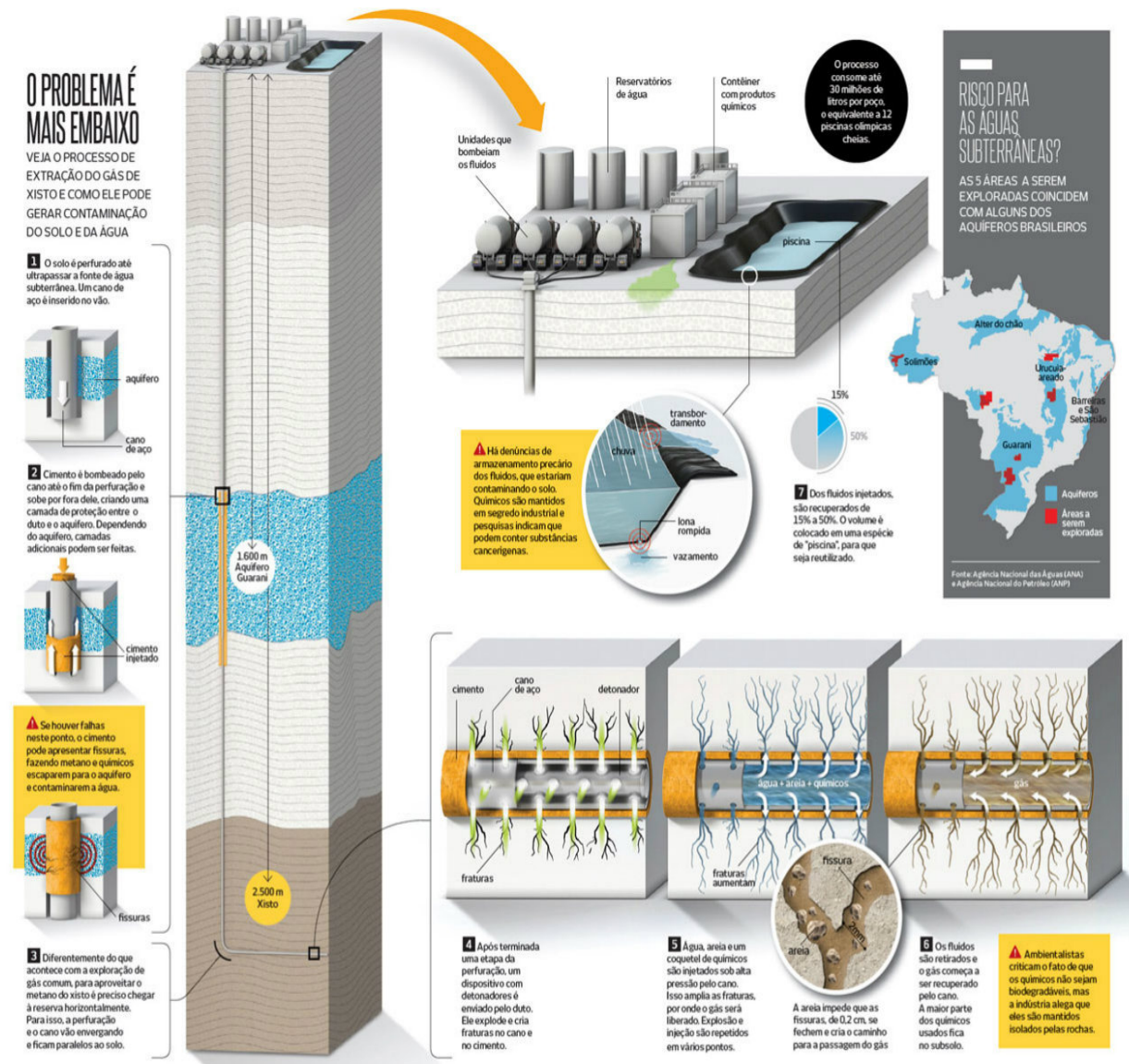
Ocorre que estudos apontam que mesmo com a adoção de medidas mitigadoras, não há como se afastar os riscos de degradação ao meio ambiente. Aliado a isso, pouco se conhece a respeito dos principais aquíferos brasileiros e

nada sobre as características petrofísicas e geomecânicas dos folhelhos, condição essencial para a correta aplicação do fraturamento hidráulico.

Fato inegável é que o gás de folheto tem causado forte impacto nas discussões sobre mudanças climáticas e nas políticas de segurança (YERGIN, 2014). Assim, relevante é o estudo dos impactos ambientais denunciados, até mesmo para alicerçar a tomada de decisões e o debate que deve haver sobre o assunto.

A figura abaixo ilustra os inúmeros problemas causados ao meio ambiente associados à técnica de fraturamento para obtenção do gás de folheto.

FIGURA 2 – PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO GÁS DE XISTO E COMO ELE PODE CONTAMINAR O SOLO E ÁGUA.



FONTE: SARMENTO *apud* RODRIGUEZ, 2016.



Observa-se da figura que no *fracking* podem ocorrer problemas desde o escapamento de metano e produtos químicos para os aquíferos até a contaminação do solo em razão do armazenamento inadequado de fluidos de fraturamento. Esses e outros impactos ambientais serão tratados nos itens a seguir.

### 5.1.1 Abalos Sísmicos

Em certas áreas em que as atividades de injeção de fluidos em subsuperfície perduraram por décadas, existem pontos que funcionam como uma espécie de “gatilho” de terremotos, os quais podem ter efeitos imediatos ou atuarem por décadas após o fraturamento da rocha. As passagens de ondas sísmicas provenientes de terremotos com considerável magnitude, originadas em áreas distantes, se beneficiariam da maior suscetibilidade das áreas em que o método do fraturamento hidráulico foi utilizado (VAN DER ELST *et al.*, 2013).

Segundo relatório do Ministério do Meio Ambiente:

Há mais de uma década que se tem demonstrado que a injeção de água em reservatórios petrolíferos pode ser um evento iniciador de terremotos. A injeção aumenta a pressão de poros na rocha, diminuindo o atrito nos planos da falha. Embora a injeção de água para o fraturamento se trate de uma atividade diferente da injeção de água em reservatório para estímulo da produção, o princípio físico relacionado à indução de sismos é o mesmo; observa-se também que a variação da pressão interna da rocha pode por si mesma influenciar na capacidade selante das falhas existentes, podendo fazer com que migrem por elas fluidos até então contidos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013, p.53).

Existem vários relatos que associam o fraturamento hidráulico à ocorrência de abalos sísmicos. Em julho de 2013 estudo publicado na revista *Science* mostrou a conexão do *fracking* com abalos sísmicos.

Holland (2011) expõe que antes de 2008, ano em que se iniciou a utilização do fraturamento hidráulico em Oklahoma, o Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS (*United States Geographical Survey*) havia registrado número insignificante de abalos sísmicos. Após 2008, o número de registros praticamente decuplicou.

Nonnenmacher (2011) relata a ocorrência de dois terremotos na cidade de Blackpool, no Reino Unido, situada em uma zona costeira, no condado de Lancashire, que não é conhecida por movimentação de terra. Fato relevante é a própria empresa que realiza as operações de fraturamento hidráulico na região atingida suspendeu suas operações e encomendou estudos sobre o ocorrido.

A mesma relação também foi concluída por Michael *et al.* (2010), que informaram registros de terremotos em Cleburne, cidade do Texas, nos Estados Unidos, onde nunca tinha ocorrido uma única ocorrência, antes do início do processo de fraturamento hidráulico na região.

### 5.1.2 Contaminação da água

As camadas subterrâneas e superficiais que abrigam os aquíferos de água doce devem ser preservadas. Para tanto, deve-se garantir um efetivo isolamento das camadas que serão explotadas pelo fraturamento hidráulico.

Segundo Elaine Ribeiro:

O poço é totalmente revestido por camadas de aço e cimento, triplamente reforçadas na profundidade em que interceptam fontes de água. Sabe-se que vazamentos na estrutura do poço geram perda de pressão, o que inviabiliza tanto a fratura quanto a produção do gás. Outro fator de segurança é que a zona de folhelho se separa do aquífero normalmente por algumas milhas de rocha sólida, o que impede que fraturas se estendam até a região que contém suprimento de água (RIBEIRO, 2013, p.61).

Ocorre que não há evidências que essas medidas evitem problemas ambientais. O Departamento de Recursos Naturais de Ohio confirmou a explosão de uma residência em função do confinamento de gás metano em um aquífero provocado pelo uso da técnica de fraturamento hidráulico (OHIO DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2008).

FIGURA 3 – IMAGEM DO DOCUMENTÁRIO GASLAND, QUE MOSTRA CASOS EM QUE A ÁGUA POTÁVEL DE MORADORES CHEGA ÀS TORNEIRAS COM METANO E PEGA FOGO.



FONTE: GASLAND apud RODRIGUEZ, 2016.

Vários outros estudos<sup>7</sup> demonstram a correlação entre a exploração de gás através da técnica do fraturamento hidráulico e a contaminação da água para consumo humano por metano, etano e propano. Dentre eles destaca-se o de Jackson e colaboradores, o qual concluiu que, as concentrações de etano nos poços de água a menos de 1 km dos poços de exploração de gás eram 23 vezes maiores e a concentração de metano era 6 vezes maior nos poços de água localizados a menos de 1 km dos poços de exploração de gás (JACKSON *et al.*, 2013).

De igual modo, estudo realizado na Pensilvânia “rural” e nas proximidades de Marcellus Shale, Estados Unidos, indicou que alguns proprietários de terras, próximos aos poços de exploração do *shale gas*, onde se utilizou a técnica do fraturamento hidráulico, notaram alguma mudança no aspecto de sua água (BOYER, 2011).

Nos Estados Unidos a contaminação da água vem com custos elevados, tanto em termos de multas quanto em exigências regulatórias para repor a água contaminada. Quase todas as disputas envolvendo a contaminação da água, no entanto, são resolvidas judicialmente em processo que envolve cláusulas de confidencialidade (SUMI, 2008).

Conforme o relatório do Ministério do Meio Ambiente:

... não foram apresentados pela ANP estudos demonstrando a segurança de exploração nas áreas que pretende ofertar. A geologia de diversas bacias ainda é pouco conhecida mesmo para a exploração do gás

<sup>7</sup> Também se pode citar os estudos de Osborn e seus colaboradores, em *Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Early Edition*, v. 108, n. 20, p. 8.172-8.176; e de Michael e seus colaboradores, em *Fractured Communities – Case studies of the Environmental Impacts of Industrial Gas Drilling*, 2010.

convencional, não havendo para certos casos sequer a segurança quanto a extensão, isolamento ou conectividade de importantes camadas sedimentares ou mapeamento de grandes falhamentos e dos padrões de falhas regionais. Bacias com exsudação superficial como as bacias dos Parecis e de São Francisco devem ser particularmente estudadas, pois demonstram a conectividade dos reservatórios com camadas superficiais; da mesma forma a bacia do Paraná requer estudos focados na proteção dos aquíferos Guarani e Serra Geral. Estes levantamentos são imprescindíveis para uma adequada avaliação regional dos riscos previamente à realização das atividades (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013, p.52).

O pouco conhecimento geológico sobre as bacias onde se encontram vários blocos exploratórios de gás de folheto só ratifica o equívoco da exploração que se quer fazer, em flagrante prejuízo ao princípio da precaução.

### 5.1.3 Intensificação de abertura de vias de acesso e instalação de canteiros

Nos termos do relatório do Ministério do Meio Ambiente:

Enquanto um poço convencional pode produzir por muitas décadas, no caso do *shale gas* este horizonte de tempo é da ordem de poucos anos. Embora sejam utilizados poços direcionais e muitos deles possam ser originados de uma mesma locação de sonda, eles se depletam rapidamente, exigindo a instalação em novo local para manter a economicidade do campo e, conseqüentemente, trazendo forte pressão sobre os recursos naturais superficiais e grande potencial de modificação do uso e ocupação do solo originais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013, p.51).

Os campos de poços de extração podem atingir áreas superiores a 10.000 km<sup>2</sup>, como em Fairfield, no Texas. Ainda que o método denominado paliteiro venha sendo substituído gradativamente pelo método *multi level pad*<sup>8</sup>, persistem os impactos na área de extração, até mesmo de natureza paisagística (SANBERG *et al.*, 2015).

Nos Estados Unidos, até o final de 2010 foram perfurados cerca de 15.000 poços na formação de xisto de Barnett. A extensão total dessa formação abrange uma área de 13.000 km<sup>2</sup>.

Como já afirmado, é comum nas paisagens de áreas de campos de extração quantidade expressiva de estradas e vias de acesso que interligam os

---

<sup>8</sup> Por este método predominam-se os poços horizontais a partir de uma mesma sondagem vertical.

poços, malha viária esta que, após o fim de operação do poço (geralmente não passa de uma década), dificulta o uso e ocupação do solo.

FIGURA 4 – A EXTRAÇÃO DO *SHALE GAS* COSTUMA PROMOVER DESTRUIÇÃO EM VASTA ESCALA DO TERRENO CIRCUNDANTE. ISSO É O QUE ACONTECE NESSA ZONA DO CANADÁ.



FONTE: ARAIA, 2014.

A própria exploração do *shale gas* requer uma mega estrutura para se desenvolver, como plataformas que permitam o armazenamento de equipamentos técnicos, caminhões com compressores, depósitos para águas residuais, caso o abastecimento não seja feito em poços de água locais e a recolha não seja feita em tanques.

#### 5.1.4 Utilização de recursos hídricos

No processo de obtenção de gás não convencional utiliza-se quase dez vezes mais água que na perfuração convencional. A água no *fracking* é necessária na estimulação do poço. A sua injeção altamente pressurizada é uma das responsáveis pela criação das fraturas na rocha.

Apesar de a água de produção encontrada em reservatórios de óleo e gás possa ser utilizada para perfuração e fraturamento em algumas hipóteses, não há estudos que atestem sua disponibilidade ou qualidade nas áreas ofertadas.

A quantidade de água utilizada no fraturamento hidráulico pode comprometer a disponibilidade de água para outras atividades. Outras consequências seriam o aumento da concorrência para a utilização desse recurso hídrico ou até mesmo o esgotamento dos reservatórios de águas subterrâneas. Aqui é difícil em falar em medidas mitigadoras quando muitas vezes falta informação ou ferramentas disponíveis para a avaliação do impacto ambiental decorrente da aludida atividade (BURTON JR *et al.*, 2014).

No Reino Unido, por exemplo, estima-se que para produzir nove bilhões de m<sup>3</sup> de gás não convencional por ano, é necessário entre 2.500 a 3.000 poços. Para tanto, seria necessário a utilização de cerca de 87 milhões de m<sup>3</sup> de água (NOUYRIGAT apud GOMES; FERNANDES, 2015).

O comprometimento da quantidade de água disponível a partir de sua elevada utilização na técnica de fraturamento hidráulico vem trazer sérios prejuízos aos produtores rurais (RIDLINGTON e RUMPLER, 2013).

A Carta Magna de 1988 indica claramente que a dominialidade das águas subterrâneas é dos Estados. Fato é que estes Estados ainda estão em fase de implementação de suas políticas de recursos hídricos. Não foram implantados em todos eles os mecanismos que permitam a sua correta gestão.

#### 5.1.5 Utilização de fluidos e demais produtos químicos

Sobre os fluidos de fraturamento, assim expõe o relatório do Ministério do Meio Ambiente:

Diferentemente dos fluidos de perfuração e completação, que são normalmente recuperados após a atividade para uma destinação final adequada, os fluidos de fraturamento são projetados para superar a pressão de poros de rocha, com conseqüente perda de fluidos para o pacto rochoso em toda a extensão da fratura (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013, p.52).

A solução de fraturamento é composta por água, areia e uma mistura de hidrocarbonetos. Cada empresa registra e protege a patente da solução utilizada no *fracking*. Tanto a composição específica, quanto às concentrações envolvidas não são reveladas.

Empresas de prospecção dos EUA, até o momento, disponibilizaram uma lista de aproximadamente sessenta compostos contidos na solução, dentre os quais se destacam os seguintes compostos sintéticos: benzeno, tolueno, xilenos, etilbenzeno, surfactantes variados, hidrocarbonetos organoclorados, entre outros compostos (poli)alifáticos e (poli) aromáticos, todos considerados tóxicos à saúde humana (SANBERG *et al.*, 2015).

Conforme relatório do Congresso dos Estados Unidos, 14 empresas do setor de óleo e gás teriam usado, entre os anos de 2005 a 2009, mais de 2.500 produtos no fraturamento hidráulico, produtos estes que continham pelo menos 750 químicos e outros componentes detectados nos fluídos e também na água produzida resultante do processo (UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES COMMITTEE ON ENERGY AND COMMERCE, 2011).

O mais espantoso é que as empresas, sob o pretexto de submissão à propriedade intelectual, informaram que não possuem acesso a informações sobre os produtos que elas próprias adquiriram de fornecedores dos produtos químicos. Conclui-se, assim, que as empresas estão injetando fluidos contendo químicos os quais elas mesmas não são capazes de identificar ( UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES COMMITTEE ON ENERGY AND COMMERCE, 2011).

A exposição ao processo de fraturamento, em diferentes etapas do processo, gera riscos não só ao homem, como também aos animais domésticos, de criação e selvagens (BAMBERGER E OSWALD, 2012). Sobre esses riscos, Colborn e seus colaboradores (2011) apontaram que 55% dos produtos químicos usados no *fracking* podem afetar olhos, pelo e órgãos sensoriais, entre 40/50% podem afetar os sistemas nervoso, imune, cardiovascular e fígado, e 37% podem afetar o sistema endócrino.

### 5.1.6 Disposição final da água de retorno, da água de produção e dos cascalhos

Como bem pontua Araruna Júnior e Burlini:

... o gerenciamento de resíduos, efluentes e emissões assume grande importância para a quebra do paradigma de incompatibilidade entre empresas petrolíferas e o desenvolvimento sustentável. O aumento do volume e complexidade dos resíduos industriais se apresenta como um grande desafio contemporâneo e o empenho das empresas em gerenciar tais desafios são indicadores importantes de seu investimento verde e, conseqüentemente, seu comprometimento com o desenvolvimento sustentável (ARARUNA JÚNIOR e BURLINI, 2014, p. 45).

A melhoria na gestão dos resíduos da indústria do óleo e gás (O&G) demanda muito mais que um arcabouço de regulamentos. Sua eficiência perpassa por questões ligadas à educação, treinamento, novas tecnologias e desenvolvimento de políticas sustentáveis.

A técnica do fraturamento hidráulico produz considerável quantidade de água de retorno, chamado de *flowback* e de água de produção, conhecida como *water produced*.

Os efluentes oriundos do *fracking*, além de conter os compostos químicos tóxicos presentes no fluido de fraturamento, também apresentam compostos tóxicos naturalmente presentes no subsolo, como arsênio, bário, mercúrio e elementos radioativos (RAHN e RIHA, 2012).

Segundo Yergin:

Embora grande parte da discussão gire em torno do fracionamento hidráulico, o maior problema tornou-se não o que ocorre no subsolo, mas o que volta dali: a água que reflui para a superfície. Trata-se do "*flow back*" do fracionamento hidráulico e também da "água produzida" que sai do poço com o passar do tempo. Essa água precisa ser adequadamente tratada, manejada e descartada (YERGIN, 2014, p.27).

Existem vários relatos nos Estados Unidos de problemas associados à má eliminação da água. Em 2009, na Pensilvânia, um derrame que provocou um reflexo de grande quantidade de fluido de fraturação hidráulica escoou para um pântano e um afluente Webier Creek (TALISMAN, 2011). Em outubro do mesmo ano, a Empresa "Range Resources", em decorrência de uma ruptura em um duto de transporte, derramou cerca de 250 barris de fluido de fraturação hidráulica diluído,



que atingiu um afluente de Brush Run, em Hopewell Township, na Pensilvânia (PA DEP, 2009 *apud* LECHTENBÖHMER *et al.*, 2011).

A "Fortune Energy", de forma ilegal, descarregou numa fossa os fluidos de refluxo que se alastraram em uma área com vegetação até chegar a um afluente do Sugar Creek (MICHAEL, 2010). Já na Europa pode-se citar como exemplo a ruptura de duto de águas residuais do campo de gás tight de Söhlingen, na Alemanha. A consequência de falha operacional foi à contaminação das águas subterrâneas com benzeno e mercúrio (KUMMETZ, 2011).

### 5.1.7 Da emissão de metano

O processo de produção e entrega do gás natural extraído através do *fracking* é emissor de gás metano na atmosfera. Importa destacar que o metano é causador do efeito estufa, sendo até mais agressivo do que o gás carbônico para o aquecimento global.

Segundo Yergin:

Uma preocupação mais recente diz respeito à "migração", a possibilidade de o metano vazear para a superfície e penetrar em alguns lençóis freáticos devido ao fracionamento hidráulico. O assunto é cercado de controvérsias. Encontrou-se metano em poços de água nas regiões produtoras de gás, mas não se sabe ao certo como isso pode acontecer. Alguns casos de contaminação por metano em poços foram associados a camadas superficiais de metano, e não aos depósitos de gás de xisto com milhares de quilômetros de profundidade, onde ocorre o fracionamento hidráulico. Em outros casos, talvez tenham sido escavados poços de água através de camadas onde o metano ocorre naturalmente sem que houvesse vedação inadequada. É difícil saber ao certo devido a dados de referência – ou seja, medidas do conteúdo de metano na água do poço antes da perfuração de xisto na região (YERGIN, 2014, p.27).

Nos Estado Unidos, dados oficiais de órgãos reguladores apontam registros de ocorrência de migração de gás metano para a superfície do solo, após a utilização do *fracking*. Antes da utilização da mencionada técnica não havia o registro de afloramentos naturais deste tipo de gás.

A migração de gás metano, nos termos relatados, está associado à contaminação de reservas de água potável, com registros de ocorrência de explosões de poços destes reservatórios de água.

## 5.2 INFRAESTRUTURA

No Brasil o gás não é utilizado de modo a se obter um bom aproveitamento energético, na medida em que ele é utilizado para produzir energia elétrica queimando-o em termoeletricas, quando deveria ser utilizado como fonte direta de aquecimento. Ocorre que o Brasil não tem infraestrutura adequada para fazer a distribuição do gás aos consumidores (RIBEIRO, 2014).

Conforme aduz Zeitouné *et al.*:

Diferentemente de outras fontes energéticas, o gás natural apresenta uma série de especificidades técnicas e econômicas que tornam o seu comércio mais complexo. Dentre tais especificidades, destaca-se uma maior dificuldade para o seu transporte e estocagem, criando-se forte dependência entre produtores e consumidores.

Ao contrário do petróleo, que pode ser armazenado para utilização posterior, o gás natural exige o consumo imediato, pois as tecnologias que permitem seu armazenamento, como as de compressão, liquefação e uso de cavidades do solo são extremamente dispendiosas. Acresce-se a isso o fato de que, em países em desenvolvimento, a fragilidade institucional faz com que os segmentos de transporte e distribuição de gás natural somente se viabilizem com investimentos estatais, em vista do grande volume de capital exigido (ZEITOUNE *et al.*, 2013, p.100).

Quando um poço é finalizado, a bacia de contenção temporária dos efluentes líquidos é drenada por caminhões capazes de transportar resíduos perigosos. Os líquidos drenados então são transportados para estações de tratamento ou para incineradores específicos. Deve ser considerando, portanto, o risco de transporte e destinação desses fluídos (SANBERG *et al.*, 2015).

O transporte rodoviário, por via pública, de produtos que sejam perigosos, submete-se às normas estabelecidas pelo Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, Resolução ANTT nº. 3665/11 (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2011) - e alterações, complementadas pelas Instruções aprovadas pela Resolução ANTT nº. 420/04

(AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2004) e suas alterações, sem prejuízo do disposto nas normas específicas de cada produto.

Os veículos para a realização de atividade específica de transporte de resíduos perigosos devem atender uma série de exigências de ordem técnica e portar todos os equipamentos indicados nas resoluções, de modo a minimizar a possibilidade de acidentes nas estradas ou mesmo nos respectivos destinos. Ocorre que o Brasil possui poucos agentes econômicos licenciados, capazes de receber os resíduos resultantes da fraturamento hidráulico (SANBERG *et al.*, 2015).

### 5.3 ATUAÇÃO LEGISLATIVA - PROJETO DE LEI 6.904/2013

O Deputado Sarney Filho, em 06 de dezembro de 2013, apresentou ao Plenário da Câmara o Projeto de Lei n.º 6.904/2013, o qual “estabelece medidas relativas à atividade de exploração de gás de folhelho (também conhecido como xisto)”. O referido Projeto propõe uma moratória pelo período de 05 (cinco) anos para exploração de gás de folheto no Brasil (BRASIL, 2013).

Nesse período, busca a fixação de procedimentos para exploração do gás sem agredir ao meio ambiente. Visa também revisar os critérios vigentes de concessão de exploração e a promoção de estudos da tecnologia a ser empregada na extração do gás, de maneira a garantir a segurança dos trabalhadores do setor e a sustentabilidade das técnicas utilizadas (BRASIL, 2013).

O PL n.º 6.904/2013 foi distribuído inicialmente à Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS) da Câmara dos Deputados. Ocorre que no dia 08 de maio de 2015, em virtude dos Requerimentos de Redistribuição n.º 1.772/2015, do Deputado Júlio Cesar e n.º 1.773/2015, do Deputado Laércio Oliveira, ambos deferidos, foi incluído para fins de exame de mérito do PL em questão, a Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio da Câmara. Por sua vez, por meio do Requerimento de Redistribuição n.º 2371/2015, de 02 de julho de 2015, também deferido, a Comissão de Finanças e Tributação (CFT) também ficou responsável pela análise do PL (BRASIL, 2013).

A Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, em reunião ordinária realizada em 15 de julho de 2015, aprovou, com emendas, o Projeto de Lei n.º 6.904/2013, nos termos do Parecer do Relator, Deputado Ricardo Tripoli. O Relator, em seu parecer, listou uma série de problemas ligados à extração do gás de folheto através da técnica do fraturamento hidráulico, desde a contaminação das águas subterrâneas até a perturbação das comunidades próximas às áreas de exploração. As emendas que a CMADS manteve se referem ao emprego de terminologia correta (o PL confunde os institutos da autorização e concessão) (BRASIL, 2015).

Já na Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio (CDEIC), designado como Relator o Deputado Júlio César, o mesmo requereu, em 12 de agosto de 2015, a realização de audiência pública, para ampliar o debate a respeito do PL em comento. Em seu requerimento constaram como convidados o Ministério de Minas e Energia; Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; o Instituto Brasileiro de Petróleo e o Ministério do Meio Ambiente. Esse requerimento acabou sendo retirado de pauta e depois arquivado (BRASIL, 2013).

Designado como novo Relator, o Deputado Silas Brasileiro, da CDEIC, votou pela rejeição do PL 6.904/2013. Destacou o referido Deputado, em seu parecer, os benefícios do gás de folheto para a economia, como o preço do insumo, a criação de postos de trabalho e o aumento da renda (BRASIL, 2015).

Sobre o aspecto ambiental, considerou o Relator não existir qualquer empecilho na exploração de gás não convencional, por não se ter evidências firmes de que o fraturamento hidráulico tenha causado qualquer dano. Destaque-se ainda que para o Relator, a Resolução ANP n.º 21/14 consiste em ato regulatório que satisfaz aos objetivos do PL em comento. O parecer da CDEIC foi aprovado na reunião deliberativa do dia 11 de novembro de 2015 (BRASIL, 2015).

Na Comissão de Minas e Energia, o PL 6.904/2013 foi distribuído ao Relator, Deputado Rodrigo de Castro, em 08 de dezembro de 2015. Em 07 de janeiro de 2016, foi apensado ao aludido PL, o Projeto de Lei n.º 4.118/2015, de autoria do Deputado Marcelo Belinati, o qual propunha acrescentar um inciso III ao art.37, do Decreto-Lei nº 227/67, com o escopo de proibir a outorga de concessão de

lavra para exploração de gás mediante processo de fraturação hidráulica (BRASIL, 2013).

De forma bastante sucinta, o Relator Rodrigo de Castro, em seu parecer, rejeitou os PLs n.º 6.904/2013 e 4.118/2015. Para tanto, aduziu que a Resolução ANP n.º. 21/14 já estabelecia todos os procedimentos a serem seguidos para a exploração do gás de folheto no Brasil. Sobre a questão ambiental resumiu-se a informar que a técnica do fraturamento hidráulico não envolve explosão ou causa terremotos. O mencionado parecer dói aprovado, por unanimidade, na reunião deliberativa ordinária do dia 15 de junho de 2016 (BRASIL, 2016).

Atualmente, o PL 6.904/2013 encontra-se na Comissão de Finanças e Tributação (CFT), nas mãos da Relatora, Deputada Simone Morgado (BRASIL, 2013).

O que se observa, em geral, é a prevalência, até o momento, do aspecto econômico em detrimento do ambiental. O fato de a ANP, por meio de Resolução, ter colocado alguns condicionantes para a exploração do gás de folheto, no Brasil, pela técnica do fraturamento hidráulico, não elimina os riscos de degradação, conforme quer fazer crer as duas últimas comissões.

O estudo da geologia das bacias sedimentares afetadas e dos possíveis impactos ambientais são indispensáveis para a tomada de decisão que de fato esteja em harmonia com o art. 225 da Constituição Federal. Dessa forma, a aprovação da moratória proposta melhor se amolda, no momento atual, com os princípios do direito ambiental e com a melhor perspectiva de sustentabilidade.

## 6 CONCLUSÕES

Logo no início do trabalho se procurou demonstrar que a política energética de um país, apesar de está atrelada a questões geopolíticas, econômicas e sociais deve, necessariamente, observar o aspecto ambiental. Uma matriz energética arrimada em ações estratégicas dissociadas do ideal sistêmico de sustentabilidade jamais poderá gerar desenvolvimento a um país, principalmente aos seus cidadãos.

O recurso energético alvo do presente trabalho foi o gás de folheto. Para possibilitar o entendimento da dimensão que a exploração desse recurso pode ter no Brasil, estudou-se o contexto e os resultados obtidos pelos Estados Unidos, o maior produtor do *shale gas* no mundo. Por outro lado, a matriz energética brasileira também foi alvo de análise, justamente para se estabelecer o grau de importância desse recurso não convencional para o país.

Antes, no entanto, de se abordar questões de ordem geológica do gás de xisto e questões técnicas de sua extração, discutiu-se a respeito do conceito de desenvolvimento e sua relação com a sustentabilidade. Esse debate em conjunto com a interpelação sobre os princípios da precaução, prevenção e participação é importante, uma vez que o presente trabalho se propôs, em relação ao ideal sistêmico de sustentabilidade, reforçar o fator ambiental.

Fixadas as premissas de análise, distinguiu-se o que seria recurso convencional e recurso não convencional. Realizada tal distinção, debruçou-se sobre questões geológico-científicas do gás de folheto e tecnológicas, atinentes aos fraturamento hidráulico. Tanto o recurso energético em questão quanto a tecnologia utilizada para sua extração foram retratadas em um contexto de exploração já existentes em outras localidades, principalmente nos Estados Unidos.

A 12<sup>a</sup> Rodada de Licitações promovidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis naturalmente foi discutida no presente trabalho, logo após uma breve narrativa sobre alguns aspectos regulatórios do setor de óleo e gás no Brasil.

Sempre bom recordar que foi essa Rodada que disponibilizou diversos blocos exploratórios de gás de folheto. Para ilustrar os inúmeros equívocos

cometidos, antes, durante e depois da mencionada Rodada, foi feita uma apresentação dos diversos questionamentos de órgãos ambientais e especialistas sobre o impacto do leilão dos blocos exploratórios localizados na Bacia do Paraná.

Feitas tais considerações, se chegou, talvez, no clímax do trabalho, que foi a exposição dos prováveis impactos ambientais decorrentes da utilização do *fracking* para se extrair o gás de folheto do subsolo. Todos os problemas denunciados foram acompanhados de exemplos de suas respectivas ocorrências relatados em estudos, pesquisas e pareceres de órgãos ambientais, principalmente fora do Brasil.

Também foi realizada breve exposição sobre questões ligadas à infraestrutura do Brasil para fins de aproveitamento do gás de folheto e o posicionamento do Congresso Nacional sobre o tema.

Em relação à infraestrutura, sua análise é importante, na medida em que esse fator é imprescindível à realização do planejamento energético de um país. Por sua vez, no tocante à opinião do Legislativo sobre o tema, sua relevância se deve a pouca confiabilidade que tal Poder tem no país e a necessidade de a sociedade civil está a par da situação para participar das tomadas de decisão.

O diagnóstico, após todo o exame do material recolhido sobre o tema, é no sentido de a exploração do gás de folheto, através da técnica de fraturamento hidráulico, está dissociada do ideal sistêmico de sustentabilidade.

A estruturação da matriz energética de um país, de modo a refletir uma melhor posição estratégica no cenário geopolítico, jamais pode ser planejada em desarmonia com o fator ambiental.

Quando se fala em fator ambiental, quer dizer que o recurso energético que se pretende inserir, promover ou mesmo desestimular de uma política energética, deve ser feito em obediência ao ideal sistêmico de sustentabilidade, inserido, nessa perspectiva, os princípios do direito ambiental.

Questões de ordem técnica e científicas, especialmente geológicas não podem permanecer alheias às discussões e pesquisas. A falta de subsídios tornam as discussões e avaliações precárias. Não se pode mensurar a possibilidade de degradação ambiental sem análise de todos os fatores envolvidos. Via de consequência, o conhecimento raso não permite a exploração de qualquer recurso,

pois entendimento contrário fraturaria princípios sobre os quais estão calcados a preservação do meio ambiente.

Os problemas ambientais relatados em estudos, relatórios e órgãos ambientais, principalmente aqueles relacionados a países onde o fraturamento hidráulico já é uma realidade, é um importante indicativo balizador da decisão de se aplicar ou não a mesma técnica no Brasil. Por sua vez, a infraestrutura brasileira e o posicionamento do Congresso Nacional são fatores a serem levados em conta, na medida em que forte influência na decisão de se explorar o gás de folheto no Brasil.

A busca de autossuficiência energética de gás através de tecnologia ambientalmente questionável, no Brasil, se levada a efeito, vem quebrar o ideal de sustentabilidade. Vários são os elementos que sustentam essa conclusão.

A geologia de diversas bacias sedimentares brasileiras ainda é pouco conhecida mesmo para a exploração do gás convencional, imagine-se para a exploração do gás de folheto. Não se sabe, com segurança, nem mesmo a extensão, isolamento ou conectividade de importantes camadas sedimentares ou mapeamento de grandes falhamentos e dos padrões de falhas regionais.

Como não se conhece sobre as especificidades ambientais do uso do fraturamento hidráulico no Brasil, não se pode mensurar a sensibilidade ambiental das áreas licitadas com a possibilidade de exploração de gás natural não convencional.

Fator importante também é a sobreposição detectada por órgãos ambientais de blocos exploratórios da 12ª Rodada de Licitações com Unidades de Conservação. Também foi constatada sobreposição dos blocos com a área de aplicação da Lei n.º 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica) e com áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. A sobreposição também atingiu terras indígenas e corredores de biodiversidade.

A forma como se deu a 12ª Rodada de Licitações também reforça as conclusões do presente trabalho. O primeiro dos equívocos consiste no fato de a publicação da Resolução CNPE n.º 6, no Diário Oficial da União de 25 de junho de 2013, ter autorizado a realização da 12ª Rodada de Licitações sem a importante e necessária emissão de parecer do Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás – GTPEG.



Na audiência pública n.º 25/2013 não se discutiu questões ambientais. A pauta da aludida audiência teve-se quase que exclusivamente temas econômicos. Por sua vez, o aviso de Consulta Pública e Audiência Pública n.º 30/2013 inaugurou as discussões sobre a exploração do gás de folheto pela técnica de fraturamento no Brasil a menos de 02 (dois) meses antes da previsão da realização da 12ª Rodada de Licitações.

Fica evidenciado o precário planejamento da ANP para o tratamento das questões de impacto ambiental resultante da exploração de recurso obtido por técnica não convencional. O princípio da participação, sobretudo no que diz respeito à necessidade de informar, restou amplamente prejudicado. A falta do devido debate, em razão do quase irrelevante tempo despendido para tema só reforça a necessidade de observação ao princípio da precaução.

Há críticas até mesmo relacionadas ao processo técnico de licitação. A ANP deduziu da metodologia de determinação do bônus mínimo na 12ª Rodada, o quesito “sensibilidade ambiental”. O fator de sensibilidade ambiental, parâmetro de racionalização do cálculo do bônus mínimo de assinatura, permitia determinar um valor mais adequado às expectativas do bloco a ser explorado.

De igual forma é censurável o fato de a ANP ter encaminhado ofícios aos órgãos ambientais sem abordar o quesito relativo às reservas não convencionais. A Agência apenas informava, resumidamente, que o principal objetivo da 12ª Rodada era a oferta de áreas com potencial para a produção de gás natural.

Sobre os impactos ambientais, são muitos os dados que correlacionam desastres com a prática do fraturamento hidráulico. Também não existe qualquer evidência científica de que as medidas mitigadoras adotadas pelos agentes econômicos são suficientes para evitar os desastres ambientais.

A deficiente infraestrutura do Brasil, a começar por sua malha dutoviária, faz surgir diversos questionamentos sobre a necessidade e utilidade de se promover o gás de folheto na matriz energética brasileira. Ao contrário, existem críticas quanto ao fomento da exploração de tal recurso energético, em razão da possibilidade de trazer prejuízos ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis.

A posição que vem prevalecendo nas Comissões do Congresso Nacional só reforça a importância deste trabalho. Não é segredo que os

representantes políticos do país, em sua maioria, apresentam certa tendência a promover suas aspirações pessoais em detrimento da sociedade.

É preciso mais debates, mais pesquisas, mais estudos sobre o tema. As discussões no país ainda são muito regionais. O material de pesquisa nacional ainda é incipiente. Assim, qualquer esforço caseiro na sistematização do conhecimento a respeito do tema, é muito positivo.

O Brasil não está preparado para explorar o gás de folheto por meio da técnica do fraturamento. Aliás, não se sabe nem mesmo se é necessário o fomento desse recurso. Se útil ou não, os impactos ambientais denunciados em outros países são suficientes, hoje, para abolir qualquer esforço de utilizar essa técnica.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica: Parte III – Fontes não-renováveis**. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf)>. Acesso: 14 out. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. **Resolução**. Brasília, DF, 13 mai. 2004. Disponível em: <[http://www.antt.gov.br/html/objects/\\_downloadblob.php?cod\\_blob=7565](http://www.antt.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=7565)>. Acesso em: 07 set. 2016.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 3.665, de 04 de maio de 2011. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. **Resolução**. Disponível em: <[http://www.antt.gov.br/html/objects/\\_downloadblob.php?cod\\_blob=6096](http://www.antt.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=6096)>. Acesso em: 07 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Audiência Pública nº 25, de 18 de setembro de 2013. **Súmula**. Rio de Janeiro, RJ, 18 set. 2013. Disponível em: <[http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Consulta\\_audiencia\\_R12/r12\\_audiencia\\_sumula\\_23092013\\_vfinal.pdf](http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Consulta_audiencia_R12/r12_audiencia_sumula_23092013_vfinal.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Contrato de Concessão para Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural**. Décima Segunda Rodada de Licitações. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Edital\\_R12/Minuta\\_Contrato-R12.pdf](http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Edital_R12/Minuta_Contrato-R12.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica N° 345/SSM/2013**: Nota Técnica. Rio de Janeiro: Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente - SSM, 2013. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/SITE/acao/download/?id=68417>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Súmula de Audiência Pública nº 30, de 21 de novembro de 2013. **Súmula e Resultado da Solenidade da Audiência Pública**. Rio de Janeiro, RJ, 12 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/SITE/acao/download/?id=69426>>. Acesso em: 12 set. 2016.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 21, de 10 de abril de 2014. Ficam estabelecidos, pela presente Resolução, os requisitos a serem cumpridos pelos detentores de direitos de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural que executarão a técnica de Fraturamento Hidráulico em Reservatório Não Convencional. **Resolução**. Brasília, DF, 11 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=269028>>. Acesso em: 19 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 18, de 18 de março de 2015. Regulamento sobre os Procedimentos a serem Adotados nas Licitações de Blocos para a Concessão das Atividades de Exploração E Produção De Petróleo E Gás Natural. **Resolução**.

Brasília, DF, 19 mar. 2015. Disponível em:  
<<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>. Acesso em: 28 out. 2016.

ALVEAL, Carmen. **Evolução da indústria de petróleo: nascimento e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

ALVES, Paulo Vicente. **Gestão Pública Contemporânea**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.

ARAIA, Eduardo. A revolução do xisto. Bom para a economia, péssimo para o meio ambiente. **Brasil 247**, 17 dez. 2014. Disponível em:  
<[http://www.brasil247.com/pt/247/revista\\_oasis/163900/A-revolu%C3%A7%C3%A3o-do-xisto-Bom-para-a-economia-p%C3%A9ssimo-para-o-meio-ambiente.htm](http://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/163900/A-revolu%C3%A7%C3%A3o-do-xisto-Bom-para-a-economia-p%C3%A9ssimo-para-o-meio-ambiente.htm)>. Acesso em: 27 jul. 2016.

ARARUNA JÚNIOR, José Tavares; BURLINI, Patrícia. **Gerenciamento de resíduos da indústria de petróleo e gás: os desafios da exploração marítima no Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Puc-Rio, 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIDORES DA CARREIRA DE ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE E PECMA. Fraturamento hidráulico para a exploração de gás não-convencional. **Notificação**. Brasília, DF, 18 nov. 2013. Disponível em:  
<<http://www.ascemanacional.org.br/asibama-nacional-notifica-o-mma-o-mme-e-a-anp-sobre-o-fracking/>>. Acesso em: 18 out. 2016.

BAIN & COMPANY; TOZZINI FREIRE ADVOGADOS. **Estudos de alternativas regulatórias, institucionais e financeiras para a exploração e produção de petróleo e gás natural e para o desenvolvimento industrial da cadeia produtiva de petróleo e gás natural no Brasil**. 1.ed. São Paulo: Bain & Company, Tozzini Freire Advogados, 2009. Disponível em:  
<[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada1/RelConsol.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada1/RelConsol.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2016.

BAMBERGER, M. & OSWALD, R. E. Impacts of Gas Drilling on Human and Animal Health. **New Solutions**, v. 22(1), p. 51-57, 2012. Disponível em:  
<[http://www.psehealthyenergy.org/data/Bamberger\\_Oswald\\_NS22\\_in\\_press.pdf](http://www.psehealthyenergy.org/data/Bamberger_Oswald_NS22_in_press.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2016.

BOYER, Elizabeth.W. *et al.* **The impact of Marcellus Gas drilling on rural drinking water supplies**. EUA: Center For Rural Pennsylvania, 2012. Disponível em:  
<[http://www.rural.palegislature.us/documents/reports/Marcellus\\_and\\_drinking\\_water\\_2012.pdf](http://www.rural.palegislature.us/documents/reports/Marcellus_and_drinking_water_2012.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 6.904, de 06 de dezembro de 2013. Parecer da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, de 13 de abril de 2015. Relator: Deputado Ricardo Tripoli. **Parecer**. Disponível em:

<[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1327088&filename=Tramitacao-PL+6904/2013](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1327088&filename=Tramitacao-PL+6904/2013)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 6.904, de 06 de dezembro de 2013. Parecer da Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviço, de 10 de novembro de 2015. Relator: Deputado Silas Brasileiro. **Parecer**. Disponível em:

<[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1410581&filename=Tramitacao-PL+6904/2013](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1410581&filename=Tramitacao-PL+6904/2013)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 6.904, de 06 de dezembro de 2013. Parecer da Comissão de Minas e Energia, de 18 de maio de 2016. Relator: Deputado Rodrigo de Castro. **Parecer**. Disponível em:

<[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1459204&filename=Tramitacao-PL+6904/2013](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1459204&filename=Tramitacao-PL+6904/2013)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Congresso. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 6.904, de 06 de dezembro de 2013. Estabelece medidas relativas à atividade de exploração de gás de folhelho (também conhecido como xisto). **Projeto de Lei**. Disponível em:

<[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1207610&filename=PL+6904/2013](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=DCEFB08943561645508A152E6D0DBE4B.proposicoesWebExterno1?codteor=1207610&filename=PL+6904/2013)>. Acesso em: 13 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

\_\_\_\_\_. Itamaraty. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2015. Disponível em:

<[http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Lei Federal**: Legislação Federal. Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em: 01 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.. Lei Federal. Brasília, DF, 07 ago. 1997. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/leis/L9478.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L9478.htm)>. Acesso em: 13 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a exploração e a produção de petróleo, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos, sob o regime de partilha de produção, em áreas do pré-sal e em áreas estratégicas; cria o

Fundo Social - FS e dispõe sobre sua estrutura e fontes de recursos; altera dispositivos da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências.. **Lei Federal**. Brasília, DF, 23 dez. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12351.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12351.htm)>. Acesso em: 01 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. **Acórdão**. Desestatização AC-3639-49/13-P. Tribunal de Contas da União e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Relator: José Jorge. Desestatização. ANP. Exploração e produção de gás natural. Primeiro estágio. Aprovação, com ressalvas. Determinações e recomendações. Brasília: TCU, 10 dez. 2013. Disponível em: <<https://contas.tcu.gov.br/juris/SvlHighLight?key=41434f5244414f2d434f4d504c45544f2d31323937353735&sort=RELEVANCIA&ordem=DESC&bases=ACORDAO-COMPLETO;&highlight=&posicaoDocumento=0&numDocumento=1&totalDocumentos=1>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

BRONZATTI, Fabrício Luiz; NETO, Alfredo Iarozinski. Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVIII, 2008, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Abepro, 2008. p.1-15. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_077\\_541\\_11890.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_541_11890.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2016.

BROZOSKI, Fernanda Pacheco de Campos. **A revalorização geopolítica e geoeconômica do Atlântico Sul no sistema internacional**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Economia Política Internacional) – Programa de Pós-graduação em Economia Política Internacional, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/images/pos-graduacao/ppge/Dissertao\\_Fernanda\\_Pacheco\\_de\\_C.\\_Brozoski.pdf](http://www.ie.ufrj.br/images/pos-graduacao/ppge/Dissertao_Fernanda_Pacheco_de_C._Brozoski.pdf)>. Acesso em: 09. ago. 2016.

BURTON JR., G.A.; BASU, N.; ELLIS, B.R.; KAPO, K.E.; ENTREKIN, S, NADELHOFFER. *Hydraulic “Fracking”: Are surface Water Impacts an Ecological Concern?* **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.33, n.8, ago. 2014. Disponível em: <<http://graham.umich.edu/media/files/Burton%20et%20al%202014%20Fracking%20ET%26C.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2016.

CAVA, Luis Tadeu. **“Gás de xisto” (shale gas)**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiKsdP-yvvPAhWPdSYKHZmhCoEQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.documentador.pr.gov.br%2Fdocumentador%2Fpub.do%3Faction%3Dd%26uuiid%3D%40gtf-escribaminerop%4002e13a15-57c8-41a7-a1cc-8124166370e6&usq=AFQjCNFMJTbQqmkRO4AcZ2-dXzkr1tHLjQ&cad=rja>>. Acesso em: 04 set. 2016.

CHIOSSI, Nivaldo José. **Geologia de engenharia**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

COLBORN, T.; KWIATKOWSKI, C.; SCHULTZ, K. & BACHRAN, M. Natural Gas Operations From a Public Health Perspective. **Human and Ecology Risk Assessment**, v. 17, p. 1039-1056, 2011. Disponível em: <[https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/fracking/pdfs/Colborn\\_2011\\_Natural\\_Gas\\_from\\_a\\_public\\_health\\_perspective.pdf](https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/fracking/pdfs/Colborn_2011_Natural_Gas_from_a_public_health_perspective.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2016.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2.ed. Tradução de *Our common future*. 1.ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONANT, Melvin A.; GOLD, Fern Racine. **A geopolítica energética**. Tradução de Ronaldo Sergio de Biasi. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1981.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 09, de 03 de dezembro de 1987. Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental. **Resolução Conama**. Brasília, DF, 05 jul. 1990. Seção 1. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=60>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Resolução Conama**. Brasília, DF, 22 dez. 1997. Seção 1. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2005.

DE LIMA, Átila Campos; DOS ANJOS, José Ângelo Sebastião Araujo. *Shale gas: Riscos Ambientais de sua Produção para o Brasil*. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, p. 167-180, 2015. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3353/2386](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3353/2386)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

DIEGUES, Antonio Carlos. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em perspectiva**, v. 6, n. 1-2, p. 22-29, 1992. Disponível em: <[http://www.michaeljonas.com.br/meu%20trabalho/fca\\_grad/Economia%20II/Apo/Desenvolvimento%20Sustentavel.pdf](http://www.michaeljonas.com.br/meu%20trabalho/fca_grad/Economia%20II/Apo/Desenvolvimento%20Sustentavel.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2016.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Technically Recoverable Shale Oil and Shale gas Resources: an Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States**. Washington: Energy Information Administration – U.S. Department of Energy, 2013. Disponível em: <<http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/overview.pdf>>. Acesso em: 22. jun. 2016.

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. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.164.4656&rep=rep1&type=pdf#page=21>>. Acesso em: 28 set. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Ofício nº 425, de 07 de junho de 2013. **Ofício N.º 425/2013/dpds/funai-mj**. Brasília, DF, 07 jun. 2013. Disponível em: <[http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Diretrizes\\_Ambientais\\_GTPEG\\_12a\\_Rodada/Parecer/Parecer\\_Funai.pdf](http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Diretrizes_Ambientais_GTPEG_12a_Rodada/Parecer/Parecer_Funai.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2016.

FURTADO, M. B. **Síntese da economia brasileira**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

GOMES, Andréa dos Santos; FERNANDES, Amarildo da Cruz. Considerações sobre os possíveis impactos ambientais na extração do *shale gas* no Brasil. In: VII Seminário Brasileiro Sobre Áreas Protegidas E Inclusão Social – SAPIS e II Encontro Latino Americano Sobre Áreas Protegidas E Inclusão Social – ELAPIS. 2015, Florianópolis. Culturas e Biodiversidade: O presente que temos e o futuro que queremos. **Anais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. p. 125 - 134. Disponível em: <[http://sapiselapis2015.paginas.ufsc.br/files/2015/11/SAPIS\\_ELAPIS\\_bq.pdf](http://sapiselapis2015.paginas.ufsc.br/files/2015/11/SAPIS_ELAPIS_bq.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2016.

GORE, Al. **O futuro** – Seis forças que irão mudar o mundo. Coimbra: Conjuntura Actual Editora, 2013.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito Ambiental**. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo; TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. Visão prospectiva da Matriz Energética Brasileira: energizando o desenvolvimento sustentável do país. **Revista Brasileira de Energia**. Vol. 13, N.º 1, 2007.

HAMMERSCHMIDT, Denise. O risco na sociedade contemporânea e o princípio da precaução no direito ambiental. **Sequência: Estudos Jurídicos e Políticos**, v. 23, n. 45, p. 97-122, 2002.

HIRATA, Ricardo. **Shale gás e a contaminação das águas subterrâneas e do Sistema Aquífero Guarani**. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/forum\\_rec\\_hid\\_2015\\_ricardo\\_hirata.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/forum_rec_hid_2015_ricardo_hirata.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2016.

HOLDITCH, Stephen A. **Petroleum Engineering Handbook, Volume IV: Production Operations Engineering**. EUA: Society of Petroleum Engineers, 2007.

HOLLAND, A. **Examination of Possibly Induced Seismicity from Hydraulic Fracturing in the Eola Field, Garvin County, Oklahoma**. EUA: Oklahoma Geological Survey, 2011. Disponível em: <[http://www.ogs.ou.edu/pubsscanned/openfile/OF1\\_2011.pdf](http://www.ogs.ou.edu/pubsscanned/openfile/OF1_2011.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2016.



INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Ofício nº 330, de 20 de maio de 2013. **Ofício - IAP**. Curitiba, PR, 20 maio 2013. Disponível em: <[http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Diretrizes\\_Ambientais\\_GTPEG\\_12a\\_Rodada/Parana/IAP\\_Pa\\_recer\\_Ambiental.pdf](http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/Diretrizes_Ambientais_GTPEG_12a_Rodada/Parana/IAP_Pa_recer_Ambiental.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.

JACKSON, R. B.; VENGOSH, A.; DARRAH, T. H.; WARNER, N. R.; DOWN, A.; POREDA, R. J.; OSBORN, S. G.; ZHAO, K. & KARR, J. G. 2013. Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus *shale gas* extraction. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Early Edition**, v. 110, n. 28, p. 1-6. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/110/28/11250.full>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

JACOMO, Julio Cesar Pinguelli. **Os hidrocarbonetos não convencionais**: uma análise da exploração do gás de folhelho na Argentina à luz da experiência norte-americana. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. 145 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Estratégico) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Estratégico, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/pinguelli.pdf>>. Acesso em: 20. ago. 2016.

KUMMETZ, Daniel. **Neun Lecks – null Information**, Disponível em: <<http://www.taz.de/!5128993/>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

LAGE, Elisa Salomão *et al.* Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro. **BNDES Setorial**, n. 37, mar. 2013, p. 33-88. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1508/1/A%20mar37\\_02\\_G%C3%A1s%20n%C3%A3o%20convencional%20experi%C3%Aancia%20americana.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1508/1/A%20mar37_02_G%C3%A1s%20n%C3%A3o%20convencional%20experi%C3%Aancia%20americana.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2016.

LAGO, André Aranha Corrêa do. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo**: o Brasil e a três conferências ambientais das Nações Unidas. Brasília: Thesaurus Editora, 2007.

LECHTENBÖHMER, S.; ALTMANN, M.; CAPITO, S.; MATRA, Z.; WEINDRORF, W.; ZITTEL, W. **Impacto da extração de gás e óleo de xisto no ambiente e na saúde humana**. Parlamento Europeu, 2011. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI\\_ET\(2011\)464425\\_PT.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/464425/IPOL-ENVI_ET(2011)464425_PT.pdf)>. Acesso em: 11. ago. 2016.

LEITE, Antônio Dias. **A economia brasileira**: de onde viemos e onde estamos. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. **Direito Ambiental na Sociedade de Risco**. São Paulo: Forense, 2002.

LOBÃO, E. **Panorama energético brasileiro**. In: The Economist, mar. 2008.

MACHADO, Alexandre Ricardo. **Contratos de Exploração Petrolífera no Brasil, Reflexos Geopolíticos e Históricos na Exploração do Pré-Sal**. Disponível em:

<<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=80b912d8d8191996>>. Acesso em: 09. set 2016.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 22<sup>a</sup> ed. São Paulo: Malheiros, 2014.

MARTINS, Ana Gouveia e Freitas. **O Princípio da Precaução no Direito do Ambiente**. Lisboa: Associação Acadêmica da Faculdade de Direito de Lisboa, 2002.

MICHAEL, C.; SIMPSON, J. L. & WEGNER, W. **Fractured Communities** – Case studies of the Environmental Impacts of Industrial Gas Drilling. EUA: Riverkeeper, 2010. Disponível em: <<https://www.riverkeeper.org/wp-content/uploads/2010/09/Fractured-Communities-FINAL-September-2010.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Parecer Técnico GTPEG Nº 03**. Disponível em: <[http://www.brazil-rounds.gov.br/arquivos/Diretrizes\\_Ambientais\\_GTPEG\\_12a\\_Rodada/Parecer/Parecer\\_GTPEG\\_R12.pdf](http://www.brazil-rounds.gov.br/arquivos/Diretrizes_Ambientais_GTPEG_12a_Rodada/Parecer/Parecer_GTPEG_R12.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 218, de 27 de junho de 2012. **Portaria**. Brasília, DF, 28 jun. 2012. Disponível em: <[http://www.lex.com.br/legis\\_23462385\\_PORTARIA\\_N\\_218\\_DE\\_27\\_DE\\_JUNHO\\_DE\\_2012.aspx](http://www.lex.com.br/legis_23462385_PORTARIA_N_218_DE_27_DE_JUNHO_DE_2012.aspx)>. Acesso em: 13 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 234, de 25 de junho de 2013. **Portaria**. Brasília, DF, 26 jun. 2013. Disponível em: <<http://www.rcambiental.com.br/Atos/ver/PORT-MMA-234-2013/>>. Acesso em: 13 out. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resolução nº 6, de 25 de junho de 2013. Autoriza a realização da Décima Segunda Rodada de Licitações de blocos para a exploração e produção de petróleo e gás natural. **Resolução**. Brasília, DF, 07 ago. 2013. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139101/Resoluxo\\_CNPE\\_6\\_12x\\_Rodada\\_Licitaxo.pdf/135cd8c6-9dff-4503-aff-0f68f658ae62](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139101/Resoluxo_CNPE_6_12x_Rodada_Licitaxo.pdf/135cd8c6-9dff-4503-aff-0f68f658ae62)>. Acesso em: 25 nov. 2016.

MIRRA, Álvaro Luiz Valery. **Princípios Fundamentais de Direito Ambiental**. Revista de Direito Ambiental nº. 2/96, São Paulo: RT, 1996.

NONNENMACHER, Peter. **Bohrungen für Schiefergas liessen die Erde beben**. Basler Zeitung, 2011. Disponível em: <<http://www.tagesanzeiger.ch/wissen/technik/Bohrungen-fuer-Schiefergas-liessen-die-Erde-beben/story/15506069>>. Acesso em: 12 out. 2016.

OHIO DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES. **Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio**. Disponível em: <[https://s3.amazonaws.com/propublica/assets/natural\\_gas/ohio\\_methane\\_report\\_080901.pdf](https://s3.amazonaws.com/propublica/assets/natural_gas/ohio_methane_report_080901.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: ONU, 1992. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

PELICIONI, M. C. F.; PHILIPPI Jr, A. **Educação Ambiental Desenvolvimento de Cursos e Projetos**. São Paulo: Editora Signos, 2000.

PESTANA, Katia Bomfim. **Obati: Oleoduto Barueri-Utinga**. 2010. São Paulo, USP, 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-16062010-144839/publico/KATIA\\_PESTANA\\_dissertacao.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-16062010-144839/publico/KATIA_PESTANA_dissertacao.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2016.

PETERSOHN, Eliane. **As Licitações de Petróleo e Gás Natural da ANP e as Perspectivas Exploratórias do Brasil**. Palestra apresentada na X Semana de Estudos Geológicos do Paraná, SEFEPAR, 2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/?dw=72731>>. Acesso em: 17 out. 2016.

\_\_\_\_\_. **Brasil 12ª Rodada Licitações de Petróleo e Gás**. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2013. Disponível em: <[http://www.brazil-rounds.gov.br/arquivos/Seminarios\\_R12/apresentacao/r12\\_01\\_areas\\_em\\_oferta.pdf](http://www.brazil-rounds.gov.br/arquivos/Seminarios_R12/apresentacao/r12_01_areas_em_oferta.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2016.

PETROBRAS. **A industrialização do Xisto**. Rio de Janeiro: Serviço de Comunicação Social, 1982. Cadernos Petrobrás, n.6, p 80.

PIQUET, Rosélia; TERRA, Denise. **A roda da fortuna: a indústria do petróleo e seus efeitos multiplicadores no Brasil**. In: PIQUET, Rosélia (Org.). *Mar de riquezas, terra de contrastes: o petróleo no Brasil*. Rio de Janeiro: Mauad X; FAPERJ, 2011.

QUAINO, Lilian. **Leilão da ANP para exploração de gás em terra arrecada R\$ 165 milhões**: Dos 240 blocos ofertados, apenas 72 foram arrematados. Petrobras levou 49 dos blocos oferecidos no leilão. Portal G1, 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/11/leilao-da-anp-para-exploracao-de-gas-em-terra-arrecada-r-165-milhoes.html?thumbs=false#tThumb=0&openGallery=true&photoIndex=1&id=2013/11/leilao-da-anp-para-exploracao-de-gas-em-terra-arrecada-r-165-milhoes.html&type=noticia&ion=economia&hash=2>>. Acesso em: 13 set. 2016.

RAHN, B. G.; RIHA, S. J. Toward strategic management of *shale gas* development: Regional, collective impacts on water resources. **Environmental Science & Policy**, v. 17, p. 12-23, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901111001948>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

RIBEIRO, Elaine. Licitações e contratos em petróleo e gás na era do pré-Sal. **Unisul de Fato e de Direito: revista jurídica da Universidade do Sul de Santa Catarina**, v. 6, n.6, 2013. Disponível em:

<[http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/U\\_Fato\\_Direito/article/view/1492/1148](http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/U_Fato_Direito/article/view/1492/1148)>  
Acesso em: 13 jun. 2016.

RIBEIRO, Thatiana Jéssica da Silva. **Estudo de Reservatórios Não Convencionais de *Shale gas* no Brasil**. Natal: UFRN, 2015. 84 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia do Petróleo) - Curso de Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em:

<[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjC27y4y\\_vPAhXF7SYKHbigB4EQFggeMAA&url=https%3A%2F%2Fsigaa.ufrn.br%2Fsigaa%2FverProducao%3FidProducao%3D3163911%26key%3Dbaebc87ac5f11045eaa345dc212b6ac7&usq=AFQjCNGWTX\\_1liyNLqU-wMSaJiCUI5oJBA&cad=rja](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjC27y4y_vPAhXF7SYKHbigB4EQFggeMAA&url=https%3A%2F%2Fsigaa.ufrn.br%2Fsigaa%2FverProducao%3FidProducao%3D3163911%26key%3Dbaebc87ac5f11045eaa345dc212b6ac7&usq=AFQjCNGWTX_1liyNLqU-wMSaJiCUI5oJBA&cad=rja)>. Acesso em: 30. ago. 2016.

RIBEIRO, Wagner Costa. Gás "de xisto" no Brasil: uma necessidade? . **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 89-94, 2014. ISSN 1806-9592. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/88920>>. Acesso em: 19 set. 2016.

RIDLINGTON, E. & RUMPLER, J.. **Fracking by the Numbers Key Impacts of Dirty Drilling at the State and National Level**. EUA: Environment Colorado Research & Policy Center, 2013. Disponível em: <[http://www.environmentamerica.org/sites/environment/files/reports/EA\\_FrackingNumbers\\_scrn.pdf](http://www.environmentamerica.org/sites/environment/files/reports/EA_FrackingNumbers_scrn.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2016.

RODRIGUEZ, Diogo Antônio. Gás de xisto: Brasil começará a leiloar as suas reservas. Mas é seguro? **Revista Galileu**. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT344750-17773,00.html>>. Acesso em: 30 set 2016.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2000.

SANBERG, Eduardo *et al.* Aspectos ambientais e legais do método fraturamento hidráulico no Brasil. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, IX, 2014, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABES-RS, 2014. p.903-1008. Disponível em: <<http://www.abes-rs.org.br/qualidade2014/trabalhos/id903.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2016.

SANTOS, Marilin Mariano dos; MATAI, Patricia Helena Lara dos Santos. A importância da industrialização do xisto brasileiro frente ao cenário energético mundial. **Revista Escola de Minas**, v. 63, n. 4, p. 673-678, 2010. Disponível em: <[http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/4531/art\\_SANTOS\\_A\\_importancia\\_da\\_industrializacao\\_do\\_xisto\\_brasileiro\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/4531/art_SANTOS_A_importancia_da_industrializacao_do_xisto_brasileiro_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 17 set. 2016.

SCHEIBE, Luiz Fernando; HENNING, Luciano Augusto; NANNI, Arthur Schmidt. Aspectos territoriais da exploração do gás de folhelho (gás de xisto) por fraturamento hidráulico. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, XVIII, 2014, Belo Horizonte. **Anais**. São Paulo: Revista Águas Subterrâneas, 2014, v.1. p. 1-15.

Disponível em: <[https://rgsgsc.files.wordpress.com/2013/11/xviii\\_cabas\\_2014.pdf](https://rgsgsc.files.wordpress.com/2013/11/xviii_cabas_2014.pdf)>. Acesso em: 15. jul. 2016.

SILVA, Mateus Santos da. **Cooperação internacional e meio ambiente: o lugar do *global environment facility* na política externa ambiental brasileira.** Salvador: UFBA, 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração (NPGA), Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, 2012. Disponível em: <<http://www.adm.ufba.br/pt-br/publicacao/cooperacao-internacional-meio-ambiente-lugar-global-environment-facility-politica-externa>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

SUMI, Lisa. **Shale gas: Focus on the marcellus shale.** EUA: Oil & Gas Accountability Project, 2008. Disponível em: <<https://www.earthworksaction.org/files/publications/OGAPMarcellusShaleReport-6-12-08.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2016

TEIXEIRA, Luciano da Silva Pinto. **Consulta e Audiência Públicas Nº 30/2013, D.O.U. de 17/10/2013.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2013. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi8tsKc15fQAhXHk5AKHcUxDPkQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anp.gov.br%2F%3Fdw%3D68884&usg=AFQjCNH9SyYezzT8zlwD0T17sVXJ9MnG4g&sig2=sUuLaPYLs4RPn18S\\_3xbww](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi8tsKc15fQAhXHk5AKHcUxDPkQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anp.gov.br%2F%3Fdw%3D68884&usg=AFQjCNH9SyYezzT8zlwD0T17sVXJ9MnG4g&sig2=sUuLaPYLs4RPn18S_3xbww)>. Acesso em: 30 ago. 2016.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo.** 4. ed. [S.l.]: Interciência, 2004.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 247-260, jan. 2012. ISSN 1806-9592. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10636>>. Acesso em: 27 set. 2016.

UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES COMMITTEE ON ENERGY AND COMMERCE. **Chemicals used in hydraulic fracturing.** EUA: United States House of Representatives Committee on Energy And Commerce, 2011. Disponível em: <[http://www.conservation.ca.gov/dog/general\\_information/Documents/Hydraulic%20Fracturing%20Report%204%2018%2011.pdf](http://www.conservation.ca.gov/dog/general_information/Documents/Hydraulic%20Fracturing%20Report%204%2018%2011.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. 2 ed. **Normas para elaboração de Projetos.** Curitiba: Editora UFPR, 2007.

\_\_\_\_\_. Biblioteca Central. **Orientação para Normalização de Trabalhos Acadêmicos.** Curitiba: UFPR, 2016. Disponível em: <[http://www.portal.ufpr.br/tutoriais\\_normaliza/modelo\\_tcc.pdf](http://www.portal.ufpr.br/tutoriais_normaliza/modelo_tcc.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2016.

VAN DER ELST, N. J.; SAVAGE, H. N.; KERANEN, K. M. & ABERS, G. A. Enhanced Remote Earthquake Triggering at Fluid-Injection Sites in the Midwestern United States. **Science**, v. 341, n. 6142, p. 164-167, 2013. Disponível em:

<<http://users.clas.ufl.edu/prwaylen/GEO2200%20Readings/Readings/Fracking/Enhanced%20remote%20earthquake%20triggering%20at%20fluid-injection%20sites%20in%20the%20Midwestern%20United%20States.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

VESENTINI, José William. **A capital da geopolítica**. 2.ed. São Paulo: Editora Ática S.A., 1987.

YERGIN, Daniel. **A busca**: energia, segurança e a reconstrução do mundo moderno. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

ZEITOUNE, Ilana; RIBEIRO, Marilda Rosado de Sá. Gás não convencional: novos horizontes regulatórios. **Revista Brasileira de Direito do Petróleo, Gás e Energia**, v. 4, p. 98-113, 2013. Disponível em: <[www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rbdp/article/view/8165](http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rbdp/article/view/8165)>. Acesso em: 26 ago. 2016.