



GABRIEL COUTINHO

GÁS DE XISTO NO BRASIL E NO MUNDO:

perspectivas e paradoxos do desenvolvimento energético

PEDRO HENRIQUE MOREIRA DA SILVA*

RESUMO Esta pesquisa apresenta o gás de xisto como um recurso responsável por promover uma revolução energética no cenário global. Para tanto, buscou-se suscitar panoramas gerais acerca do Direito de Energia e do gás não convencional, estabelecendo características técnicas relacionadas à atividade de exploração. A partir daí, foram delimitados os cenários das “revoluções do xisto”, sobretudo nos Estados Unidos da América e na China, que recorrem ao gás como forma de satisfação do princípio da eficiência da emancipação energética. Ultrapassando as questões geopolíticas, o estudo preocupou-se também em apresentar os impactos ambientais que a exploração de gás não convencional pode causar. Por fim, recorrendo ao método hipotético-dedutivo e à pesquisa bibliográfica, o trabalho se propõe a questionar se a revolução energética por *shale gas* é compatível com os paradigmas da sustentabilidade e da dignidade da pessoa humana e quais seriam os caminhos para solução do entrave que se delineia em escala global.

PALAVRAS-CHAVE Gás de Xisto. Energia. Desenvolvimento Sustentável.

SHALE GAS IN BRAZIL AND IN THE WORLD:

perspectives and paradoxes of energy development

ABSTRACT This research intends to present shale gas as a resource responsible for promoting an energy revolution on the global stage. In order to do so, we sought to raise general views on the Right to Energy and non-conventional gas - establishing technical characteristics related to the exploration activity. From then on, the scenarios of the “shale revolutions”, especially in the United States of America and China, have been delineated - using gas as a means of satisfying the principle of the efficiency of energy emancipation. Overcoming geopolitical issues, the study has also been concerned with presenting the environmental impacts that unconventional gas exploration can cause. Finally, using the hypothetical-deductive method and the bibliographical research, the paper proposes to question whether the energy revolution by shale gas is compatible with the paradigms of sustainability and the dignity of the human person - and which are the ways to solve the obstacle that is outlined on a global scale.

KEYWORDS Shale gas. Energy. Sustainable development.

* Mestre em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável e Bacharel em Direito pela Escola Superior Dom Helder Câmara (ESDHC) - pedroadvdireito@gmail.com

Introdução

O gás de xisto é um recurso fóssil não convencional que, nos últimos anos, tem-se mostrado como alternativa ao petróleo e ao carvão. Em razão de atender ao princípio da eficiência e de representar uma alternativa para a segurança e emancipação energética, popularizou-se no mundo, sobretudo nos Estados Unidos e na China – países que viram no gás não convencional uma oportunidade para manutenção do status hegemônico.

Não obstante, importa destacar que a extração e utilização do gás de xisto pode acarretar inúmeros impactos ambientais, como intensificação de abalos sísmicos e poluição hídrica e atmosférica, ao mesmo tempo que contribui para as metas de redução de emissões de gás carbônico. Isso chega a constituir um paradoxo do recurso energético.

Diante dessa realidade, este estudo questiona se a consolidação da exploração do gás de xisto contribui para a satisfação dos princípios do Direito de energia e dos paradigmas da sustentabilidade. E mais, trata de indicar possíveis caminhos para superação dos entraves já atuais, relacionados sobretudo a mazelas ecológicas.

Para a satisfação do que se pretende, foi utilizado o método hipotético-dedutivo e pesquisa bibliográfica, com a caracterização dos aspectos técnicos e geopolíticos que dizem respeito à questão e formulação de hipóteses relacionadas aos desafios de um desenvolvimento energético advindo de fontes não convencionais. Assim, justifica-se a pesquisa pela viabilização da reflexão acerca dos panoramas, perspectivas e paradoxos da seara energética, que é condição da dignidade humana.

1 Energia e princípios do direito de energia

A energia é medida e requisito para o desenvolvimento dos países, por viabilizar as atividades humanas e o avanço tecnológico. Diz-se, portanto, que a energia é medida de viabilização da própria vida e, portanto, um direito humano, uma vez que, sem oferta energética, não há que se falar na própria dignidade das pessoas.

Tendo em vista essa perspectiva, o Direito – em encontro com as tecnologias – importou-se em estabelecer um rol de princípios básicos, fundando o que se conhece por Direito da Energia. Com base nisso, são estabelecidos preceitos básicos acerca do desenvolvimento energético, como forma de garantir a harmonia dos processos e a dignidade humana. Assim, como forma de introduzir a temática que se pretende discutir, caberá a este estudo apresentar sucintamente os referidos princípios:

a) Princípio da segurança no abastecimento energético: trata-se da abertura ecológica do direito. Assim, busca-se o planejamento das decisões da política energética como forma de tecer uma cadeia de responsabilidades em longo prazo, cujo fim é a sustentabilidade. “As decisões da sociedade a respeito da energia devem levar em consideração o longo prazo, a solidez do desenvolvimento, os vínculos com o futuro” (SIMIONI, 2011).

b) Princípio da eficiência energética: trata-se de garantir a potência energética, mas vai além, pois o entendimento básico é o de que não deve ocorrer o desperdício de energia, ou seja, energias eficientes são aquelas de descarte potencial reduzido. Diz-se eficiente aquela energia que cumpre o que se espera, sem se perder em impactos e outros modos (SILVA, 2009).

c) Princípio do não retrocesso na utilização de tecnologias: diz respeito à impossibilidade de uma tecnologia mais eficiente ser substituída por outra menos eficiente. Esse princípio faz a ligação comunicativa entre o Direito e a ciência, na medida em que é a própria ciência que determinará se há retrocessos. Ademais, consolida-se pelo incentivo a energias mais eficientes e pela construção de barreiras a tecnologias obsoletas (SIMIONI, 2011).

d) Princípio do acesso universal à rede de distribuição de energia: esse princípio é a materialização da relação entre energia e Direitos Humanos, na medida em que se torna necessário para efetivar a igualdade e a liberdade, já que a energia é requisito do desenvolvimento, seja pelo aquecimento, comunicação ou mobilidade. O acesso universal é, portanto, medida para inclusão social (COSTA, 2009).

e) Princípio da liberdade energética: princípio que diz respeito à liberdade do consumidor de escolher seu fornecedor. Relaciona-se, assim, ao princípio da universalidade. Torna, pois, possível a descentralização do sistema de distribuição de energia, dificultando a criação de monopólios e ditaduras no fornecimento (SIMIONI, 2011).

É nesse contexto, e aliado ao paradigma da sustentabilidade, que a energia e o Direito da Energia têm sofrido inúmeras mudanças. Isso porque as demandas são constantemente alteradas e devem evoluir no quesito da ciência. Ora, se outrora a queima do carvão era fonte satisfatória para abastecimento das populações, hoje seus impactos já se mostram incompatíveis com o modelo do desenvolvimento sustentável.

Novas alternativas são buscadas e novas tecnologias, desenvolvidas. O próprio petróleo – recurso finito e responsável por inúmeras crises mundiais – tende a ser substituído. Assim, fontes não convencionais de energia se transformam em apostas, seja por representarem facilidades no caminho da sustentabilidade, seja por contribuírem para a satisfação dos princípios supracitados.

É diante dessa realidade que as discussões acerca do gás de xisto constituem o foco desta pesquisa. O recurso fóssil não tradicional já é uma alternativa mais eficiente e menos poluente que o carvão e o petróleo e, a exemplo do que se nota nos Estados Unidos e na China, pode ser responsável por uma revolução e emancipação energética, conforme verificar-se-á a seguir.

2 Panoramas gerais acerca do gás de xisto

Shale – ou xisto – é uma palavra de origem inglesa que se refere a uma rocha de caráter argiloso e áspero. Sua utilização no francês, conforme leciona Pierre Thomas (2011), possibilita concluir que a palavra se refere a uma rocha que desenvolveu xistosidade em razão de pressões tectônicas. Construções geológicas podem conter gás em seus poros, que serão considerados recursos convencionais ou não convencionais, a depender de sua formação e situação na natureza (BICO, 2014).

O gás natural convencional – ou tradicional – é formado, em síntese, por metano, em razão da degradação de matéria orgânica sedimentada nas rochas-matriz. Essa decomposição pode ser bacteriana ou química, fator que influenciará nos aspectos do recurso mineral (THOMAS, 2011). Nesse primeiro caso, a porosidade das rochas – em totalidade, não xistosas – possibilita que o gás migre verticalmente, podendo alcançar a superfície ou formar poços, em razão do bloqueio geológico por rochas menos permeáveis (THOMAS, 2011).

Com relação ao gás natural não convencional, formar-se-á em rochas que adquiriram xistosidade tectônica, o que as torna pouco porosas, de forma que o metano fica represado no interior do material geológico, tornando as rochas de xisto ricas em gás (THOMAS, 2011). Essas rochas – *os shales* – têm grãos finos e ricos em matéria orgânica depositada por milhares de anos. Em razão disso, o fluxo de gás em seu interior é dificultado ou impedido, dando origem ao recurso que se pretende analisar (BICO, 2014).

Impera ressaltar que essas rochas não se tornam ricas em metano puro. Ao contrário, a depender das características geológicas da região em que são formados, poderão ser ricos em outros hidrocarbonetos e em sulfeto de hidrogênio (STAMFORD, AZAPAGIC, 2014). Essa composição afetará diretamente as características do recurso, sobretudo no que diz respeito à sua eficiência e aos potenciais impactos.

O gás não convencional, em que pesem suas diferenças com o gás tradicional, deve ser extraído por meio das técnicas de perfuração horizontal e *fracking*. A primeira consiste em promover a perfuração vertical profunda o suficiente para alcançar os reservatórios de rocha com xistosidade e, a partir daí, promover a perfuração horizontal, cujo objetivo é aumentar a superfície de contato com a área (BOUDET, 2014). Feito isso, promove-se a injeção de líquido sob alta pressão, com promoção do *fracking*, isto é, o microfraturamento da rocha, que possibilita que o gás escape. Essa técnica foi desenvolvida em 1940, nos Estados Unidos da América e popularizada duas décadas depois na Europa, hoje se tratando de um importante processo para extração do recurso (BICO, 2014).

A composição do líquido para o fraturamento hidráulico é incerta, em razão do segredo industrial. Não obstante, sabe-se que são indispensáveis para o processo os agentes de gelificação, redutores de atrito, *crosslinkers*, inibidores de quebra, ajustadores de pH, biocidas, inibidores de corrosão e de incrustação, controladores de ferro, estabilizadores de argila e surfactantes (PEREIRA, 2016).

Além disso, a mistura líquida é composta de areia, de forma que, quando a água exerce pressão para promover as fraturas, são alocados os grãos nas fissuras, que se mantêm abertas. Dessa maneira, é importante que a seleção do material utilizado seja de qualidade e se caracterizem pelo refino, de forma a conferir à rocha permeabilidade (BICO, 2014).

Em média, o processo de instalação da base de extração de gás não convencional, ou gás de xisto, não ultrapassa dez semanas, e o processo de perfuração e faturamento

leva em torno de cinco dias. Assim, o esforço para montagem da estrutura de exploração é atrativo, sobretudo se forem consideradas as estimativas de rendimento de poço por até 40 anos (BICO, 2014).

Quando o poço se torna obsoleto, promove-se o bombeamento de cimento dentro das perfurações, como forma de entupir o acesso ao subsolo. Em alguns países, como o Reino Unido, esse processo é complementado pela promoção da recuperação das áreas próximas aos poços, de forma que a orfandade das estruturas obedeça ao princípio ambiental da precaução. Na incerteza científica de possíveis danos, há que se garantir a estabilidade do ambiente (DAVIES et al., 2014).

A retrospectiva histórica acerca da utilização do gás natural na humanidade remonta à Pérsia dos anos 6.000 anteriores à era cristã. Naquele contexto, a utilização do recurso era exclusiva para a prática de cultos e manutenção dos rituais místicos – quiçá pela possibilidade de produção de fogo, o que bastaria para conferir um entendimento pautado na concepção de um bem superior às realidades humanas (BICO, 2014).

Cerca de 1.500 anos depois, o gás natural seria utilizado pela primeira vez na China, sendo transportado por meio de bambus emendados com betume, o que viabilizava seu transporte até os centros urbanos ainda primitivos (BICO, 2014). Isso possibilita considerar que a questão do desenvolvimento energético está intimamente atrelada à pauta da tecnologia, na medida em que o avanço e aperfeiçoamento dos maquinários viabilizam novas perspectivas para a utilização da energia.

Na Europa, a popularização do gás natural dar-se-ia no fim do século XVII, em razão da criação da lâmpada a gás, que utilizava o carvão para geração de luz. Não obstante, a utilização do gás de xisto, com extração por meio de perfuração horizontal, só ocorreria a partir de 1970 – em uma revolução energética que fortaleceria os panoramas acerca da segurança e independência energética (BICO, 2014).

3 Revolução Energética

3.1 Revolução do xisto nos Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América, maior consumidor de energia do mundo, encontrou no gás não convencional o caminho para promover a independência energética, sobretudo se forem considerados os efeitos das crises do petróleo para a economia do país. Essa realidade foi responsável pelo fato de os EUA terem desencadeado a conhecida “Revolução do xisto”, isto é, o rápido e considerável desenvolvimento de técnicas para exploração e utilização do gás não convencional, que assume maior importância que o gás tradicional (AGUIAR, 2015).

Somado ao interesse da independência energética, outros fatores foram determinantes para a potente investida no setor, entre os quais se destacam “a viabilidade econômica, infraestruturas, políticas de incentivo para exploração, ambiente propício e o emprego de tecnologias avançadas.” (SOUZA et al., 2016). Ademais, é de se ressaltar que o gás não convencional calhou como importante recurso para o alcance das metas de redução de emissão de gases do efeito estufa, tendo em vista que seus índices são inferiores à queima do petróleo, por exemplo (ARAÚJO et al., 2014).

Atualmente, as maiores reservas de gás se encontram em Barnett, Fayetteville, Haynesville, Marcellus, Woodford e Eagle Ford. Em nível regional, 48 estados contam com reservas, recebendo apoio do Estado americano no que tange ao desenvolvimento de tecnologias, pesquisa, incentivos fiscais e celebração de parcerias com empresas do setor privado, como é o caso da Shell (BICO, 2014).

Ainda importa suscitar que as bacias de gás de xisto estão descentralizadas pelo território estadunidense, guardando suas respectivas particularidades no processo de extração do recurso. Assim, pode-se dizer que as técnicas utilizadas pelos EUA não são garantia para o sucesso na exploração de gás não convencional em outras partes do mundo. Ademais, a própria necessidade de emancipação energética para manutenção do status como potência hegemônica faz a “Revolução estadunidense do xisto” ser uma experiência única. “O desenvolvimento da produção de *shale gas* em outros países vai depender de como esses países veem suas necessidades ambientais e de segurança energética e de como seus governos criarão políticas de incentivo” (BICO, 2014).

3.2 Desenvolvimento energético por gás de xisto na China

A exemplo dos caminhos de busca por independência energética notados nos Estados Unidos da América, a China tem-se consolidado como investidora na exploração de gás de xisto, como forma de enrobustecer seus potenciais econômicos e energéticos. A urgência dessa iniciativa se explica pelo fato de o país ser insuficiente no que diz respeito aos bens primários. Isto é, apesar do poderio econômico, a China depende de importações de recursos minerais, alimentícios e, principalmente, energéticos.

Assim, utilizando-se da estratégia de ascensão pacífica, o país tem promovido incentivos para a consolidação de uma cultura do xisto que, prioritariamente, promoverá uma blindagem asiática à crise do petróleo, que se delinea pela desestabilização política do Oriente Médio e da Venezuela. Ademais, é de se ressaltar que a China possui a maior reserva de gás de xisto do mundo, seguida dos EUA, Argentina e México (LAGE et al., 2013).

Diante dessa realidade, a PetroChina se associou à Sinopec para promover a exploração de gás não convencional na bacia de Sichuan, fazendo da China pioneira na produção comercial do *shale gas*. As estimativas das empresas são que a produção alcance o montante anual de 6, 04 bilhões de m³ – o que representaria um largo passo para a independência energética do país (MA, 2018).

O sucesso na empreitada é explicado pelo alto investimento na área tecnológica, que faz as técnicas de perfuração e fraturamento serem aperfeiçoadas e terem o tempo de processamento reduzido. Assim, estima-se que a China já seja capaz de promover a extração de gás de xisto em um tempo 30% inferior à média padrão (MA, 2018). Trata-se de um importante passo e requisito indissociável para a satisfação da proposta do desenvolvimento sustentável (VEIGA, 2009).

Ademais, a China tem-se tornado referência na utilização de técnicas mais limpas para extração do gás de xisto. Claro exemplo é a utilização cíclica de líquidos, que contornam parte da fragilidade científica acerca dos potenciais impactos e danos ambientais que a utilização do líquido para *fraking* pode acarretar (MA, 2018).

Não obstante, apesar do alto investimento em tecnologias, a exploração do gás de xisto na China representa insegurança para a população. Isso porque, conforme verificar-se-á a seguir, inúmeros são os impactos ambientais atrelados à atividade. Esses danos em potencial, note-se, são agravados quando se considera a densidade populacional do país, sobretudo na bacia de Sichuan. Dessa maneira, caberá ao Estado

chinês promover o balanço acerca dos prós e contras da empreitada, sobretudo se for considerada a crise ambiental que enfrentou o país na primeira década dos anos 2000 e que poderá ser novamente aprofundada se as pretensões energéticas não estiverem alinhadas com a defesa do equilíbrio socioambiental.

3.3 Energia por gás de xisto no Brasil

No Brasil, a discussão a respeito da exploração de gás de xisto como caminho para alcance da emancipação energética se popularizou nas mídias a partir de 2013, quando foi divulgado que a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) promoveria a licitação de áreas para início dos procedimentos para extração do recurso. Todavia, a polêmica acerca da questão deixou de considerar que a ANP estabeleceu uma série de requisitos para o leilão, entre os quais está a obrigatoriedade de que a empresa concorrente comprovasse experiência na atividade, implantasse um projeto de segurança hídrica e que se responsabilizasse – civilmente – por danos de ordem ambiental (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Apesar dos esforços midiáticos e do próprio Ministério Público Federal para interromper a pretensão, foi publicada a Resolução nº 6/2013 do Conselho Nacional de Política Energética, autorizando a realização da 12ª rodada de licitações de blocos de petróleo e gás natural, realizada em 28 de novembro de 2013. O objetivo do leilão foi garantir a exploração do *shale gas* em bacias terrestres, deixando apartadas as regiões marítimas com potencial de produção (ABREU, 2014).

A Petrobras, ciente de que o Brasil é o 10º no ranking mundial de reservas de gás não convencional (SOUSA et al., 2016) tratou de arrematar quase a totalidade das áreas. Não obstante, ainda que realizada a rodada, os Ministérios Públicos estaduais mobilizaram-se contra a atividade, sob a alegação de defesa do meio ambiente, promovendo a suspensão dos atos, em nível estadual, como é o caso do Piauí e do Paraná (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Não obstante, apesar das investidas judiciais pelo boicote da ação, o Governo Federal publicou a Resolução nº 21/2014 da ANP regulamentando a atividade e estabelecendo requisitos para o início da técnica de fraturamento para extração do gás de xisto (SOUZA; SCHMITT, 2016). A intenção, note-se, era promover a emancipação energética do país que, até o momento, investe significativamente na construção de

hidrelétricas – responsáveis por danos socioambientais que, conforme verificar-se-á a seguir, podem ser considerados mais graves se comparados com aqueles decorrentes da exploração e utilização de gás não convencional.

Apesar das polêmicas que ainda se prolongam, o Brasil ainda não alcançou os patamares estadunidense e chinês no que diz respeito às técnicas de perfuração horizontal e *fracking*. Seja pela fragilidade da ousadia nos investimentos, seja pela inexistência de um aparato tecnológico avançado, a emancipação por gás de xisto nas terras brasileiras engatinha e não é suficiente para fazer frente aos grandes empreendimentos hidrelétricos que, para bem ou mal, são a principal fonte de geração de energia.

4 Impactos Ambientais

4.1 Abalos sísmicos

O primeiro impacto ambiental atrelado à utilização e exploração do gás de xisto que se suscita é também o mais controverso na literatura científica e diz respeito à possibilidade de agravamento de abalos sísmicos em razão do processo de exploração de gás de xisto. Essa discussão se fundamenta na ausência de nexo de causalidade entre a atividade e os tremores (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Ora, conforme já explanado, a técnica de exploração do gás não convencional consiste em promover o fraturamento hidráulico da rocha xistosa no subsolo. Nesse sentido, conforme entende Wow-Young Kim (2013), há uma tendência de aumento de ocorrências de atividades sísmicas após o início do *fracking*, como ficou demonstrado em pesquisa realizada na cidade de Youngstown, por um período de 14 meses. Nesse estudo, ficou constatado que os tremores sísmicos ocorriam após cinco dias da prática do fraturamento, de forma que foi possível traçar um padrão que tende para uma certeza acerca da relação entre a atividade e os terremotos. Não obstante, contrariando esses apontamentos, há correntes científicas seguras em afirmar que a probabilidade da relação entre o *fracking* e os abalos sísmicos é de 1 para 10.000 (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Apesar das contradições e falta de consenso científico, importa trazer a questão para discussão, tendo em vista os potenciais riscos da atividade. Na China, por exemplo, a expansão das atividades de exploração de gás de xisto ocorre na bacia de Sichuan, área de conhecida falha tectônica, ou seja, os riscos tornam-se ainda mais delicados.

4.2 Utilização e poluição dos recursos hídricos

No que tange aos impactos ambientais relacionados aos recursos hídricos, convém promover a separação das mazelas em dois grupos. No primeiro, concentra-se a questão do gasto de água. Isso porque o processo de fraturamento hidráulico demanda uma grande quantidade de água, de forma que o abastecimento regional pode chegar a ser afetado, inclusive causando conflitos de interesse com o agronegócio e com as indústrias (YANG et al, 2015). Importa dizer que cada poço perfurado pode receber até 20 milhões de litros de água. Essa realidade se torna mais alarmante quando se constata que considerável quantidade desse recurso é utilizada na forma potável, o que torna sensível o debate acerca do abastecimento da população (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Não obstante, parte da doutrina científica se preocupa em demonstrar que outras atividades são responsáveis por um gasto ainda maior de água – como é o caso da agricultura –, o que não é suficiente para deslegitimar o debate acerca da temática. Ocorre que recentes estudos já demonstraram que o tratamento da água de *fracking* é eficiente para tornar possível sua reutilização em outros setores (PEREIRA, 2016).

No Brasil, o debate acerca da utilização de grandes quantidades de água para o desenvolvimento energético por gás de xisto é matéria de importante análise, sobretudo quando se estima a abertura de centenas de poços nos próximos anos. Assim, os entraves relacionados à seca no Nordeste e nos estados do Sudeste, como é o caso de São Paulo, podem ser agravados pela existência de emancipação energética frente ao abastecimento da população (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Em um segundo momento, a problemática que se pretende suscitar se relaciona à questão da poluição das águas superficiais e subterrâneas. Ora, conforme já relatado, a técnica de *fracking* demanda a adição de compostos químicos à água – sem que se saiba ao certo quais são as substâncias utilizadas, em razão do sigilo industrial. Assim, ao fraturar as rochas, parte desse líquido pode contaminar os lençóis freáticos, com efeitos severos para a vida nas regiões de extração.

Em Gasland (2010), Josh Fox tratou de capturar relatos importantes acerca da situação da contaminação das águas na Pensilvânia. Foram verificadas contaminações da água de poços residenciais, cuja cor passou a ser marrom, e ainda a contaminação por metano, que faz a água de torneiras se tornar inflamável. Ademais, ainda foram relatados casos de mortes de animais da região, por envenenamento, e a maior ocorrência

de doenças relacionadas à ingestão de compostos químicos similares aos utilizados pela indústria do gás.

No que tange à contaminação de águas superficiais, é notado que parte do líquido utilizado no *fracking* é descartado sem a devida precaução, o que torna maior o risco de poluição de rios e lagos. Não obstante, autores mais céticos tratam de demonstrar que o risco de contaminação é mínimo e que, ao menos nos Estados Unidos da América, inexistente ligação entre a poluição hídrica por vias superficiais ou por acessos subterrâneos (RAY, 2013).

4.3 Poluição atmosférica

Com relação aos impactos da exploração do gás de xisto na atmosfera terrestre, há que se ressaltar a possibilidade de compostos químicos voláteis escaparem e contaminarem o ar. O próprio metano – composto básico do gás que se pretende com as perfurações – é um poluidor significativo, sobretudo na seara do aquecimento global, tendo em vista que tem uma elevada capacidade de promoção do efeito estufa, 20 vezes maior que do dióxido de carbono (SOUZA; SCHMITT, 2016).

Nesse contexto, foram realizadas pesquisas no Texas que demonstraram que a qualidade do ar pode estar sendo diretamente afetada pela instalação de campos de exploração, realidade que intensifica a poluição quando somada a outros fatores, como abastecimento de aeronaves e tráfego de veículos (BUNCH et al., 2014).

Ademais, de acordo com Gasland (2010), é possível verificar que, na Pensilvânia, parte do líquido de fraturamento é pulverizada para facilitar sua evaporação, o que tem sido responsável pela formação de névoa marrom que se dissipa após o amanhecer. A questão principal, todavia, são as incertezas científicas acerca dos danos em longo prazo que esses compostos podem acarretar na saúde humana e no meio ambiente. Assim, conforme verificar-se-á a seguir, a pesquisa se preocupará em suscitar o princípio da precaução como possível caminho para resolução dos entraves que se delineiam.

5 O princípio da precaução e as viabilidades da sustentabilidade da energia por gás de xisto

As incertezas científicas acerca dos impactos ambientais que a exploração e utilização do gás de xisto podem ocasionar leva a pesquisa a recorrer ao princípio jurídico-ambiental da precaução. Trata-se de um recurso para situações hipotéticas e posicionamentos não conclusivos, a fim de evitar danos de natureza irreversível (MILARÉ, 2013).

Conforme lecionam Souza e Schmitt (2016), o princípio da precaução pode e deve ser aplicado para situações em que as consequências de determinada atividade sejam desconhecidas cientificamente, desde que o risco seja maior do que o benefício.” Dessa forma, a análise acerca dos prós e contras relacionados à utilização do gás de xisto deve considerar o sopesamento das consequências do *fracking*, na medida em que a eficiência energética do recurso e sua contribuição para a redução de emissão de gases de efeito estufa devem ser superiores aos danos socioambientais que sua extração acarreta.

Ou seja, o objetivo de invocar o referido princípio não é de garantir o embargo de todas as atividades, que, em certa medida, conservam suas incertezas. Ao contrário, o que se busca é a garantia do equilíbrio e a ponderação entre os prós e contras que envolvem empreendimentos potencialmente impactantes e degradadores. Isso porque é justamente o desenvolvimento da atividade que conduz à construção de certezas científicas que, em algum momento, podem afastar a própria aplicação do Princípio da Precaução. É o que se verifica quando se constata que sua aplicação observa argumentos de posicionamentos científicos claros e conclusivos. Procura instituir procedimentos capazes de embasar uma decisão racional na fase de incertezas e controvérsias, de forma a diminuir os custos da experimentação (MILARÉ, 2013).

Não se confunde, portanto, a precaução com a prevenção. Esta última consiste em garantir a não ocorrência de danos ambientais por meio de medidas preventivas que antecedam a atividade (PRIEUR, 1996). Nesse aspecto, resta incontroverso à pesquisa que o princípio que melhor se aplica à questão do gás de xisto é o da precaução. Isso porque, acerca das mazelas ambientais conhecidas que acompanham a utilização do recurso, foram e são desenvolvidos procedimentos para a devida mitigação, como é o caso da queima de gás para evitar sua dispersão pela atmosfera quando do *fracking*. Não obstante, muitas são as incertezas que acompanham o processo de extração e utilização do gás de xisto, cabendo a precaução durante o desenvolvimento das atividades

a fim de que não ocorram eventos não previstos que, eventualmente, podem causar danos irreversíveis tanto na seara social como ambiental.

Assim, sendo inúmeras as incertezas que ainda pesam sobre a atividade, um primeiro olhar bastaria para concluir pela suspensão da exploração do recurso pelo mundo, como ocorreu em alguns estados do Brasil. Essa visão, baseada em uma perspectiva puramente ambientalista, deixa de considerar a dimensão econômica da sustentabilidade, de forma que torna a medida pouco interessante para o compromisso do desenvolvimento, sobretudo nos países não desenvolvidos. Ou seja, impera oportunizar que o eixo Norte do planeta alcance padrões médios de desenvolvimento, o que é dificultado no caso de eliminação de novas práticas e técnicas para ampliação das capacidades energéticas.

Nesse sentido, o estudo está alinhado com o entendimento dos Professores Romeu Silva e Jamile Diz (2018), quanto à necessidade de uma revisão periódica das restrições de atividades, com base no princípio da precaução. Isso quer dizer que as decisões relacionadas aos riscos das atividades não devem ser imutáveis, sob pena de estacionar-se o desenvolvimento tecnológico (SILVA; DIZ, 2018). Assim, a proposta acerca do gás de xisto se pauta na proporcionalidade e prudência, para que sejam contemplados os aspectos econômicos e ambientais da sustentabilidade.

Ora, é justamente a perspectiva da atividade que possibilita sua adequação, assim como a criação e aperfeiçoamento de técnicas menos agressivas e mais sustentáveis. O veto da atividade retira o interesse no investimento nas áreas de pesquisa, de forma que a atividade tende a se tornar desinteressante do ponto de vista dos avanços tecnológicos e científicos, o que termina por prejudicar a própria essência do desenvolvimento sustentável, que é construído por uma multidimensionalidade.

Destarte, mais que refletir e analisar as incertezas a respeito dos impactos ambientais relacionados à exploração e utilização de gás de xisto, o estudo conclui que importa promover o balanço entre os princípios ambientais e os princípios energéticos, sobretudo aqueles relacionados à eficiência, segurança e emancipação. Ressalta-se ainda que as respostas tendem a uma perspectiva não hegemônica, sendo particulares e dependentes da economia e do status político-social de cada país que se encontre no entrave.

Essa realidade nos faz questionar se, de fato, a energia por gás de xisto é um caminho que contribui para os princípios do Direito de Energia e – sobretudo – para o paradigma da sustentabilidade, na medida em que demanda que se assumam determinados

riscos em nome do desenvolvimento. Nesse sentido, o que se propõe é a revisão periódica acerca das práticas relacionadas à extração do recurso, sem negligenciar as medidas de mitigação e minoração dos impactos ambientais já conhecidos acerca do *fracking*, o que pode ser realizado por meio da exigência de relatórios técnicos específicos e estabelecimento de áreas de fraturamento distantes de comunidades e caminhos d'água.

Para viabilizar uma conclusão, vale um breve panorama acerca da percepção do meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito humano. Ora, a relação entre os direitos de ordem humana e a preservação ambiental é de condição. Isso porque um viabiliza a satisfação do outro, materializando a vida, que é o mais fundamental dos direitos (BERTOLDI, 2000). Assim, quando se verifica a violação de qualquer desses direitos, ocorre duplo vilipêndio.

A consolidação dos paradigmas ambientais pela Declaração de Estocolmo delineou novas perspectivas que mais têm relação com o desenvolvimento como bem-estar universal do que como progresso (GOMES; BULZICO, 2010). Assim, tendo em vista que a questão do gás de xisto, assim como a própria pauta da energia, relaciona-se diretamente com princípios internacionais e com a noção de dignidade, há que se avaliar a cautela nos planejamentos que envolvam maior ou menor incentivo da atividade.

Nesse aspecto, assim como se defendeu aqui a aplicação do princípio da precaução, também conclui a pesquisa pela indispensabilidade de medidas equilibradas e não extremas, sob pena de colisão de princípios inegociáveis. Ora, na questão do desenvolvimento energético por gás de xisto, não se cogita sobrepor os interesses econômicos sobre os socioambientais.

Assim, devem ser buscadas soluções para esquivar-se dos entraves relacionados aos impactos potenciais da exploração e utilização do gás de xisto e aos princípios energéticos. O caminho mais razoável para deliberar a respeito do tema parece ser a medida racional acerca da possibilidade de impedir problemas mais graves e garantir direitos cuja ordem sejam de maior valia para as sociedades contemporâneas.

Trata-se de uma questão que demanda incessante debate e discussão, para que sejam acompanhadas as tendências e demandas socioambientais, que são transmutadas em curtos prazos. A pretensão acerca das revoluções energéticas deve ser pautada na estabilidade do ambientalismo e no rompimento com a estaticidade de uma sustentabilidade absoluta em seus termos, que corre o risco de colidir com a dignidade humana, caso inviabilize os princípios energéticos, como eficiência, acesso universal e segurança.

Considerações Finais

As crises do petróleo e a possibilidade de esgotamento de recursos convencionais põem o mundo em risco de uma crise energética que, mais do que afetar as esferas econômicas, também representaria vilipêndio aos direitos de ordem humana. Nesse sentido, buscando a satisfação de princípios como a eficiência e a emancipação energética, países do globo – principalmente Estados Unidos da América e China – têm promovido revoluções na seara da energia, investindo na exploração e utilização do gás de xisto.

Para esses países, a popularização do gás não convencional, além de representar oportunidade de redução na emissão de dióxido de carbono, é também um meio de garantir segurança energética e promover a manutenção das posições hegemônicas na geopolítica internacional. Assim, os investimentos em ciência e tecnologia têm sido a prioridade para garantir mais poços e técnicas para encurtamento dos processos de perfuração horizontal e *fracking*.

Não obstante, a exploração do *shale gas* merece atenção, na medida em que pode oferecer riscos irremediáveis, tais como o aumento de abalos sísmicos e a poluição hídrica e atmosférica. Trata-se de impactos que, apesar de relevantes, encontram controvérsia na literatura científica, conforme apresentado.

Nesse sentido, a pesquisa propôs a discussão acerca dos caminhos para conciliar as pretensões energéticas relacionadas ao gás de xisto com os princípios do Direito de Energia e com paradigmas da sustentabilidade. Para tanto, suscitou-se a necessidade de recorrer ao princípio da precaução, que atende aos entraves das incertezas jurídicas.

Todavia, importa ressaltar que a precaução não deve ser entendida em seus conceitos absolutos. Ao contrário, é necessário pesar prós e contras para que seja possível que o direito e as demais searas relacionadas à pauta da energia acompanhem as tendências e demandas das sociedades.

Com base nesse raciocínio, o estudo conclui pela inviabilidade da estagnação dos moldes do desenvolvimento sustentável, sobretudo no que diz respeito à expansão energética. Isso porque a sustentabilidade demanda a satisfação de múltiplas dimensões, que requerem inovação e sopesamento de interesses contemporâneos. Assim, sendo a energia requisito para a dignidade humana, o desenvolvimento de novas fontes é, salvo exceções, medida de satisfação e efetivação de direitos humanos.

Referências

ABREU, Miriam Santini de. A exploração de gás de xisto e a ameaça ambiental: discurso e poder no sistema energético. **Rebela**, v. 3, n. 2, p. 240-249, fev. 2014. Disponível em: <https://rebela.emnuvens.com.br/pc/article/download/152/298>. Acesso em: 6 nov. 2019.

AGUIAR, Ivan Araújo de. Revolução do gás de xisto à luz dos objetivos do milênio: análise sobre a estratégia, meio ambiente e interesses brasileiros. In: SEMANA DE EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – SEPesq, 11., 2015, Porto Alegre. **Anais eletrônicos [...]** Porto Alegre: Centro Universitário UniRitter dos Reis, 2015. Disponível em: https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3611/918/1241.pdf. Acesso em: 6 nov. 2019.

ARAÚJO, Diego Vilaça de et al. Gás de xisto alternativa energética? Experiência americana e modelo para o mercado brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE – Congestas, 2., 2014, João Pessoa. **Anais eletrônicos [...]** João Pessoa: Ecogestão Brasil, 2014. Eixo Temático ET 09-004 – Energia, p. 442-445. Disponível em: <http://eventos.ecogestao-brasil.net/congestas2014/trabalhos/pdf/congestas2014-et-09-004.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2019.

BERTOLDI, Marcia Rodrigues. O direito humano a um meio ambiente equilibrado. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 5, n. 45, 1 set. 2000. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/1685>. Acesso em: 6 nov. 2019.

BICO, António Jorge Vale. **Shale Gás: Tecnologia, Mercado, Impactos**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/41694>. Acesso em: 6 nov. 2019.

BOUDET, Hilary et al. “Fracking” controversy and communication: Using national survey data to understand public perceptions of hydraulic fracturing. **Energy Policy**, v. 65, p. 57-67, fev. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.017>

BUNCH, A. et al. Evaluation of impacto f shale gas operations in the Barnett Shale region on volatile organic compounds in air and potential human health risks. **Science of the Total Environment**, v. 468-469, p. 832-842, jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.080>

COSTA, Maria D'Assunção. **O direito de acesso à energia: Meio e pré-condição para o exercício do direito ao desenvolvimento e dos Direitos Humanos**. 2009. 221 f. Tese (Doutorado em Energia). Escola Politécnica / Faculdade de Economia e Administração / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-11082011-112846/publico/MariaDAssuncao.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2019.

DAVIES, Richard et al. Oil and Gas Wells and Their Integrity: Implications for Shale and Unconventional Resource Exploitation. **Marine and Petroleum Geology**, v. 56, p. 239-254, sep. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2014.03.001>

GASLAND. Produção de Josh Fox. United States: New Video, 2010.

GOMES, Eduardo; BULZICO, Bettina (Org.). **Sustentabilidade, desenvolvimento e democracia**. 1 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

KIM, Wow-Young. Induced seismicity associated with fluid injection into a deep well in Youngstown, Ohio. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, v. 118, n. 7, p. 3506-3518, jul. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/jgrb.50247>

LAGE, Elisa Salomão et al. Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 37, p. 33-88, mar. 2013.

MA, Youngsheng et al. China's shale gas exploration and development: understanding and practice. **Petroleum Exploration and Development**, v. 45, n. 4, p. 589-603, ago. 2018. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1876-3804\(18\)30065-X](https://doi.org/10.1016/S1876-3804(18)30065-X)

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco**. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

PEREIRA, Thiago Augusto. **Análise das implicações ambientais na extração do gás de xisto**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Inovação Tecnológica). Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2016. Disponível em: <http://bdtd.uftm.edu.br/handle/tede/363>. Acesso em: 6 nov. 2019.

PRIEUR, Michel. **Droit de l'environnement**. 3. ed. Paris: Dalloz, 1996.

RAY, Jeffery. Shale gas: evolving global issues for the environment, regulation and energy security. 2 **LSU Journal of Energy Law and Resources**, v. 2, n. 1, p. 75-93. 2013. Disponível em: <http://digital-commons.law.lsu.edu/jelr/vol2/iss1/7>. Acesso em: 6 nov. 2019.

SILVA, Suzana Tavares da. O princípio (fundamental) da eficiência. In.: **Encontro de Professores de Direito Público**, 3., 2009, Porto. **Anais eletrônicos [...]**. Porto: Faculdade de Direito, 2009. Disponível em: <http://encontrosdireitopublico.blogspot.com/2009/>. Acesso em: 6 nov. 2019.

SILVA, Romeu Faria Thomé da; DIZ, Jamile Bergamaschine Mata. Princípio da precaução: definição de balizas para a prudente aplicação. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, Belo Horizonte, v. 15, n. 32, set. 2018. Disponível em: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1317>. Acesso em: 6 nov. 2019.

SIMIONI, Rafael Lazzarotto. Princípios do Direito de Energia. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 16, n. 2911, 21 jun. 2011. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/19372>. Acesso em: 06 nov. 2019.

SOUZA, Ernandes Vaz et al. Gás de "xisto" como fonte energética. **CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS- CONEPETRO**, 2., 2016, Natal. **Anais eletrônicos [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/revistas/conepetro/trabalhos/TRABALHO_EV052_MD1_SA7_ID1716_11062016195349.pdf. Acesso em: 6 nov. 2019.

SOUZA, Lucas Dantas Evaristo de. SCHMITT, Guilherme Berger. Gás de xisto: incentivo à degradação ambiental ou solução energética? uma análise crítica. **Revista de Direito Ambiental**, v. 84, p. 477-500, out-dez. 2016.

STAMFORD, Laurence; AZAPAGIC, Adisa. Life cycle environmental impacts of UK shale gas. *Science Direct*, v. 134, dez. 2014, p. 506-518. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.08.063>

THOMAS, Pierre. **Le gaz de schiste: géologie, exploitation, avantages et inconvenients**. Planet Terre. ENS Lyon, 2011. Disponível em: <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/gaz-schiste.xml>. Acesso em: 6 nov. 2019.

VEIGA, José Eli da. Os desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil. In: PÁDUA, José Augusto (org.). **Desenvolvimento, Justiça e Meio Ambiente**. Belo Horizonte: Editora UFMG; São Paulo: Editora Peirópolis, 2009. p. 221-229.

YANG, Hong et al. Water Requirements for shale gas fracking in fuling, Chongqing, Southwest China. *Energy Procedia*, v. 76, p. 106-112, ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.862>