

PERSPECTIVAS E ANÁLISE DO QUADRO ENERGÉTICO FUTURO DO SHALE GAS NO BRASIL

Luana Gabriela Lenhard¹¹⁸
 Helena Leal Rokembach¹¹⁹
 Carlos H. Coimbra-Araújo¹²⁰

RESUMO

Apesar de programas de incentivo ao etanol combustível, usinas hidrelétricas e ao intensivo uso da biomassa tradicional, a base da matriz energética brasileira tem se tornado cada vez mais dependente de fontes fósseis. Nesse sentido, o presente trabalho faz uma análise do atual quadro energético do Brasil, dando maior destaque a uma fonte energética fóssil usada já há alguns anos: o gás natural. Novos métodos para a sua extração, como o fraturamento hidráulico, disponibilizam essa *commodity* com maior facilidade podendo ganhar força no mercado de energia. No entanto, este método, em particular, deixa algumas dúvidas quanto a seu impacto ambiental e à saúde humana, pois os fluidos injetados a alta pressão sob o subsolo, criando canais no interior da rocha para a extração do gás, podem escoar para as águas subterrâneas e possibilitar que outros gases presentes neste solo, como o metano, comprometa a qualidade da água, do solo e da atmosfera. Em contraponto, serão analisados cenários futuros, em que o Brasil deverá criar condições para a rápida expansão de oferta e implantação do processo de diversificação da matriz energética, fundamental para o posicionamento estratégico perante o panorama energético mundial, visto que o Brasil tem potencial para intensificação do uso de fontes renováveis, seja solar, eólica ou biomassa.

PALAVRAS-CHAVE: Energia; Fraturamento hidráulico; Combustíveis fósseis; Meio Ambiente

1 INTRODUÇÃO

A exemplo do que ocorre desde a revolução industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são influenciadas pelo fator energia. Em face das crescentes preocupações com o meio ambiente, as

¹¹⁸ Mestranda de Pós Graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba- PR, e-mail: luana.lenhard@gmail.com

¹¹⁹ Mestranda de Pós Graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba- PR.

¹²⁰ Professor Adjunto da Pós Graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, e-mail: carlos.coimbra@gmail.com



economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo impacto ambiental e de baixo custo terão vantagens comparativas significativas (TOLMASQUIM, 2012).

O homem até a Idade Média usufruía dos recursos energéticos disponíveis na natureza através de técnicas e tecnologias que dominava. Conseguindo satisfazer suas necessidades sem comprometer consideravelmente o meio ambiente. No entanto com a introdução de indústrias, aumento da produção e expansão de trocas, intensificou o uso das necessidades de energia térmica, antes alimentada somente pela madeira. Isso resultou em uma evolução da sociedade em que a apropriação da natureza em grande parte se fez de forma desordenada, deixando marcas expressivas pelo espaço (REIS, 2012).

Dada a evolução das tecnologias de pesquisa e prospecção para reservas de petróleo e gás, viabilizou-se uma nova técnica para extração de gás, denominada fraturamento hidráulico. A aplicação da técnica se encontra em franco desenvolvimento nos Estados Unidos da América e serve para obtenção do denominado gás não convencional, ou gás de folhelho, ou ainda, como se popularizou no Brasil, gás de xisto (SANBERG et al., 2014).

No Brasil, os desafios de uma escala voltada para as fontes alternativas de energia se apresentam em níveis de intensidade proporcionais ao seu território de dimensões continentais. Um dos desafios está relacionado ao aproveitamento energético dos recursos naturais, espalhados de forma heterogênea nas mais variadas regiões do país. De fato, é inegável considerar que o Brasil tem propensões promissoras para a geração energética com recursos renováveis (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Nesse contexto, o principal objetivo do presente artigo é analisar a matriz energética brasileira sob o ponto de vista geral dos combustíveis fósseis, enfatizando a incorporação do método de fraturamento hidráulico a esta matriz, bem como suas perspectivas futuras.

O artigo está assim dividido: na Seção 2 a matriz energética mundial e sua característica de dependência a fontes fósseis será abordada; na Seção 3, abordaremos a matriz energética do Brasil; nas Seções 4 e 5 serão enumeradas as principais características de fontes fósseis majormente presentes na matriz brasileira, como o petróleo e o gás natural. O gás de folhelho (gás de xisto), bem como seus

mananciais no Brasil, será discutido na Seção 6 e na Seção 7 serão feitas algumas breves considerações finais.

2 MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

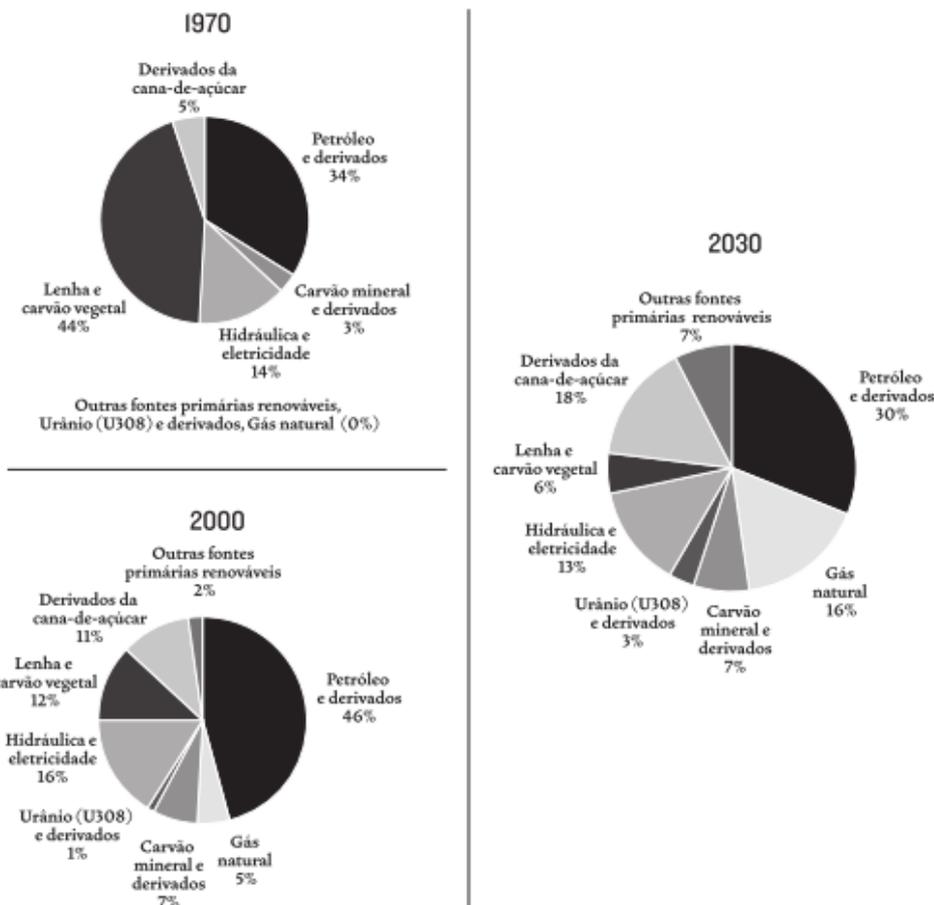
Desde a Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são intensamente influenciadas pela energia.

Ao longo do século XX o Brasil experimentou intenso desenvolvimento econômico, que se refletiu numa crescente demanda de energia primária. Entre os fatores que determinaram tal crescimento alinham-se um expressivo processo de industrialização e uma notável expansão demográfica, acompanhada de rápido aumento da taxa de urbanização (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Os estudos de longo prazo conduzido pelo EPE apontam forte crescimento da demanda de energia nos próximos 25 anos. Estima-se que a oferta interna de energia crescerá a 5% ao ano no período 2005-10 e que nos anos subsequentes haverá um crescimento menor de 3,6% e 3,4% ao ano nos períodos 2010-20 e 2020- 30, respectivamente, devido sobretudo a uma maior eficiência energética tanto do lado da demanda como da oferta. No entanto, esse crescimento deve ser qualitativamente diferente. Além de um crescimento sustentado, pode-se esperar um aumento muito mais intenso da renda per capita e também uma melhor distribuição de renda (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Cabe ressaltar que em 1970 apenas duas fontes de energia, petróleo e lenha, respondiam por 78% do consumo, enquanto em 2000 três fontes correspondiam a 74% do consumo: além de petróleo e lenha, a energia hidráulica. Projeta-se para 2030 uma situação em que quatro fontes serão necessárias para satisfazer 77% do consumo: além de petróleo e energia hidráulica, cana-de-açúcar e gás natural com redução da importância relativa da lenha como indicado abaixo no Gráfico 1.

Gráfico 1- Evolução da estrutura de oferta de energia.
Brasil 1970-2030



Fonte: Tolmasquim, et al (2007).

Em um cenário de crescimento econômico sustentado é de esperar um grande aumento da demanda de energia. Nessas condições, a estratégia de expansão da oferta de energia deve considerar iniciativas que promovam o uso mais eficiente das fontes.

A energia é um fator essencial para o desenvolvimento, sendo o mundo altamente dependente para o seu funcionamento. É fato inegável que os combustíveis fósseis e a eletricidade constituem hoje a principal base para operar o atual modelo tecnológico, promovendo a manutenção dos estilos de vida rural e urbano contemporâneo. Se o petróleo e o gás natural trazem a possibilidade de geração de riqueza, trazem também toda uma série de disputas comerciais, financeiras e diplomáticas, bem como guerras e conflitos violentos entre Estados.

A competitividade da indústria petroquímica está ligada a fatores como verticalização empresarial, grandes economias de escala, disponibilidade e garantia de fornecimento de matéria-prima, altos investimentos em tecnologia e logística de

distribuição de produtos, sendo desta maneira a indústria petroquímica composta somente por empresas de grande porte (BARROS, 2007).

3 MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL

Além de um enorme potencial na produção de combustíveis fósseis, o Brasil faz parte do grupo de países em que a produção de eletricidade é proveniente, na sua maior parte, de usinas hidroelétricas. O Brasil também possui um grande potencial de exploração de Urânio para utilização em novas usinas nucleares. No entanto, o processo é mais complexo devido às questões ambientais, altos custos de investimento e a importação de tecnologia, atrasando, dessa forma, a construção de novas usinas nucleares. Para compor esse novo quadro de matriz energética, existe um enorme potencial nas fontes renováveis, como a Energia Eólica e Solar.

O Brasil é uma nação com nível de desenvolvimento ainda insuficiente, qual se associam um baixo consumo específico de energia, carência de infraestrutura energética e concentração do uso das riquezas naturais. Apresentando uma desvantagem comparativa no setor energético, relacionada à abundância de recursos naturais a baixos custos em termos relativos. O setor energético brasileiro não pode prescindir de um processo de conhecimento contínuo, sistematizado e dinâmico em face dos desafios de criar condições para a rápida expansão de oferta e de implantar o processo de diversificação da matriz energética, fundamental como posicionamento estratégico perante o panorama energético mundial (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

4 PETRÓLEO

O Petróleo assim como o gás natural são compostos hidrocarbonetos- presença de carbono e hidrogênio- podendo ser de diversos tipos, havendo também presença de enxofre e outros compostos químicos, sendo composto por 83- 86% de carbono e 11-13% de carbono da sua massa.

Sua formação se dá a partir de matéria orgânica, depositada em bacias sedimentares, sofrendo ação do tempo, calor e pressão das rochas. Para tanto é necessário que haja acumulação dessa matéria orgânica, a existência de uma rocha

em formação, rochas acumuladoras, e uma rocha que impeça o escoamento dos hidrocarbonetos do reservatório.

As reservas de petróleo são determinadas conforme o volume disponível da jazida, através de métodos conhecidos e que seja economicamente viável. As que tecnicamente podem ser extraídas, mas que economicamente sua recuperação é inviável ela se classifica como um recurso.

Em torno de 57% das reservas mundiais localizam-se no Oriente Médio. Enquanto que no Continente Americano detém apenas 20%, sendo a América do Norte, onde se dá o maior consumo conta apenas com 5,5% das reservas mundiais (REIS, 2012).

A desproporção entre a localização das reservas e do consumo do petróleo, faz com que a grande dependência atual da economia por este combustível, tornar-se-á origem de grandes problemas políticos mundiais (REIS, 2012).

5 GÁS NATURAL

Do ponto de vista geológico e diferente do petróleo, o gás natural é um recurso relativamente abundante. Porém cabe ressaltar que nem todo recurso tecnicamente recuperável é economicamente viável, em especial quando o gás é não associado-estando vinculado a maiores custos, pois estruturas de armazenamento e transporte devem ser construídas exclusivamente para o produto, enquanto no gás associado estes são também utilizados para o petróleo (GOMES, 2011).

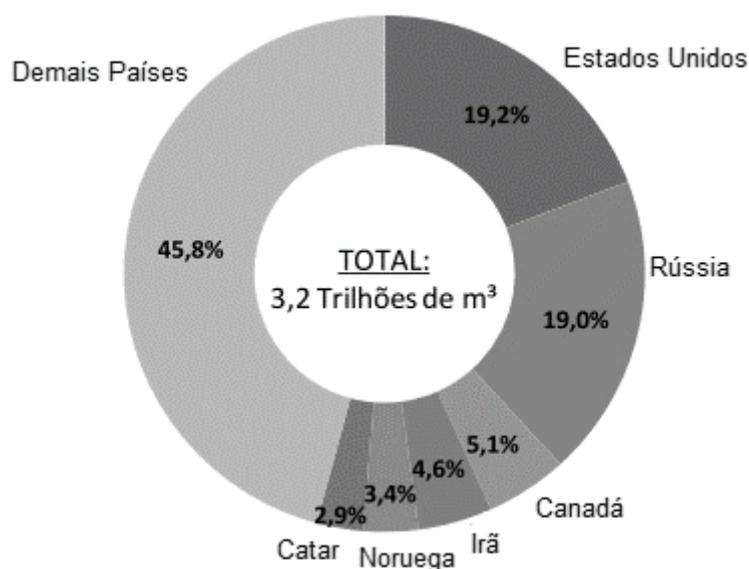
O gás natural não teve maior importância como matriz energética nacional até o ano de 1990. Não se acreditava que o Brasil possuía recursos significantes de gás natural. Esse cenário começou a mudar a partir de 1990, quando o processo de privatização parcial, as descobertas de gás na bacia de Campos e o racionamento de energia elétrica impulsionaram a importância do gás natural como matriz energética. A oferta de gás natural passou por momentos de incertezas, escassez e falta de definições políticas e ainda hoje sua expansão é dificultada pela falta de infraestrutura necessária para distribuição. Um dos pontos que vem colocando o gás natural como estratégico na política energética brasileira, é o de que o Brasil não se encontra mais na zona de conforto na oferta de energia elétrica através das usinas hidroelétrica (BRONZATTI; NETO, 2008).

O gás natural aumentou de forma significativa sua participação na matriz energética de muitos países nos últimos vinte anos. Mesmo assim, diferentemente do petróleo, não se identifica uma escassez de gás natural, suas reservas são suficientes para atender à crescente demanda mundial nas próximas décadas. Nos Estados Unidos, a exploração recente do chamado *shale gas* introduziu novos parâmetros de preço para o gás, reduzindo-o e desvinculando-o do petróleo, já que o insumo passou a ter uma maior quantidade de oferta (GOMES, 2011).

A indústria é a maior consumidora de gás natural e uma das principais responsáveis pela criação desse mercado no país. No entanto, o setor industrial tem atravessado períodos de incertezas quanto à disponibilidade, preços e acesso ao gás natural, seja como matéria-prima, seja como fonte de energia (GOMES, 2011).

No Gráfico 2 abaixo, é possível observar a produção mundial de gás natural em 2010, onde é interessante notar a presença dos Estados Unidos como maior produtor mundial, ultrapassando a Rússia. Isto se deu a partir de 2010, graças à produção exponencial de gás natural de fontes não convencionais ao longo dos anos naquele país, entre elas está majoritariamente o *shale gas* (gás de xisto) que será mencionado mais detalhado na Seção a seguir.

Gráfico 2. Produção de Gás Natural em 2010 por País.



Fonte: Adaptada de Gomes (2011).

6 GÁS DE XISTO

A terra provém de grandes quantidades de hidrocarbonetos que não estão contidos nos chamados de “reservatórios convencionais” (WRIGHT et al., 2015). Além das reservas convencionais, os recentes avanços tecnológicos estão permitindo o desenvolvimento e a viabilidade de extração de gás natural de fontes não convencionais (GOMES, 2011).

Estes depósitos não convencionais são muitas vezes difíceis de acessar, relativamente caros para desenvolver e exigem tecnologias avançadas para viabilizar a produção (WRIGHT et al., 2015). Dentre as formas de gás não convencional, o que recebe maior destaque, devido a sua influência econômica, é o *shale gas*. Este recurso está mudando as perspectivas de incremento da oferta de gás e também sua distribuição geográfica, já que os recursos de gás não convencional parecem ser muito mais distribuídos e menos concentrados do que os recursos de gás convencional (GOMES, 2011).

Nos EUA, a produção de gás não convencional cresceu significativamente nos últimos 20 anos, passando de 75 a 300 bilhões de metros cúbicos por ano. Enquanto isso, a produção de gás convencional foi decaindo gradativamente (GOMES, 2011).

Na última década, sua importância tem crescido consideravelmente nas discussões sobre a matriz energética norte-americana (BRASIL, 2012).

O método de extração comumente conhecido por fraturamento hidráulico, é o processo de extração de gás natural a partir de camadas de rochas de xisto no interior da terra. Especificamente, a perfuração horizontal combinada com perfuração vertical tradicional, permite a injeção de fluidos altamente pressurizados nas camadas de xisto para criar novos canais no interior da rocha, a partir do qual o gás natural é liberado a taxas muito mais elevadas do que a perfuração tradicional (MENG; ASHBY, 2014).

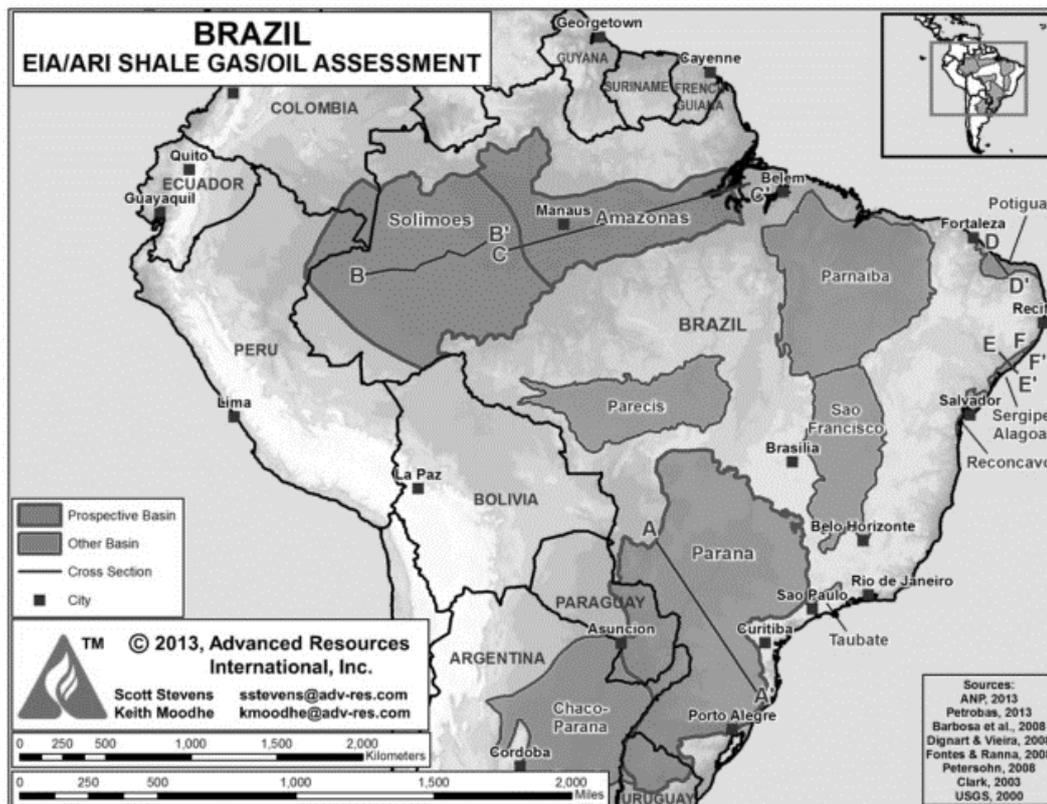
A exploração do gás de folhelho, comumente conhecido como gás de xisto, tem obtido, nos últimos anos, grande destaque e polêmica. A obtenção desse recurso não convencional tem sido considerada um elemento promissor para a economia, mas também uma grande ameaça ao meio ambiente e à sociedade. Em termos econômicos, o potencial estimado chega a trilhões de metros cúbicos, espalhados em bacias ao redor do planeta. Além disso, por apresentar menor custo, o insumo apresenta vantagem frente ao petróleo. Tais fatores podem provocar uma grande mudança na matriz energética mundial.

Entretanto, o método de extração é bastante controverso e apresenta muitos impactos ao meio ambiente, visto que as preocupações com os problemas ambientais causados pelo método de faturamento hidráulico estão aumentando. Sendo que essas preocupações incluem alterações na qualidade do ar, os riscos para a saúde humana para as populações que vivem perto de poços de fraturamento, o potencial de persistência de poluentes nas águas subterrâneas e água potável nas proximidades de locais de faturamento hidráulicos, além da migração de metano para as águas subterrâneas, poços de água potável e até a atmosfera, tornando-se alvo de extrema preocupação e atenção diante dos ambientalistas (MENG; ASHBY, 2014).

Os fluidos de perfuração (flowback) para poços profundos possuem composições químicas capazes de gerar impactos nas águas subterrâneas dos aquíferos mais rasos seccionados pela sondagem. De forma a evitar esta influência e proteger os aquíferos mais rasos que os folhelhos, essas sondagens devem ser realizadas dentro de um revestimento capaz de impermeabilizar as paredes do poço, pois, rompimentos que venham ocorrer neste revestimento podem acarretar em vazamentos de líquidos e gases para os aquíferos posicionados em profundidades mais rasas (SANBERG et al., 2014).

É importante frisar que nas regiões sudeste, centro-oeste e sul do país, os folhelhos que apresentam potencial de gás, encontram-se em formações intermediárias de um aquífero de proporções continentais, denominado Aquífero Guarani, conforme observado nas Figuras 1 e 2. A porção norte do aquífero Guarani está posicionada dentro do território brasileiro, de forma que as águas infiltradas no subsolo destas regiões representam as águas mais jovens do Aquífero Guarani. Há mesmo a perspectiva de que o fraturamento hidráulico ao longo dos mananciais associados geograficamente ao Aquífero Guarani pode afetar tal aquífero, contaminando caso o método seja implementado no centro-sul do Brasil (SANBERG et al., 2014).

Figura 1. Locais de gás de folhelho no Brasil



Fonte: EIA (2013, p.261).

Figura 2. Mapa de localização do Aquífero Guarani.



Fonte: ASIBAMA- RJ

Uma vez que o próprio gás liberado a partir dos folhelhos pode vir a formar uma fase gasosa de contaminação nos poros do aquíferos mais rasos, devido que a composição do gás de faturamento hidráulico é muito variável, pois além de metano R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.431-443, dez. 2015.

e água, pode haver presença de nitrogênio, oxigênio, propano, etano e outro compostos derivados da solução de fraturamento (SANBERG et al., 2014).

No Brasil a ANP aponta que a maior incidência de gás de folhelho encontra-se nas Bacias Sedimentares do Parnaíba (Maranhão e Piauí), Recôncavo (Bahia), São Francisco (Bahia e Minas Gerais), Parecis (Mato Grosso) e Paraná (desde Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul) (TAIOLI, 2013).

De acordo com Brasil (2012), os folhelhos de gás de xisto no Brasil, parecem ser os mais prospectivos para a exploração de gás natural não convencional. E evidencia a expectativa de grande domínio dos recursos de gás de folhelho no Brasil é dada em estudo de escala mundial, no qual para a Bacia do Paraná podem ser esperados recursos totais de 25,7 trilhões de m³ (906 trilhões de pés cúbicos), sendo 6,4 trilhões de m³ (226 trilhões de pés cúbicos) de recursos tecnicamente recuperáveis.

De acordo com Almeida (2012) apud Ribeiro (2014), os estudos de viabilidade econômica da exploração desse tipo de fonte de energia apontam que no primeiro ano obtém-se uma elevada produção. No entanto tende a cair cerca de 39% no segundo ano, e cerca de 50% no terceiro ano. Chegando em 10 anos a ter uma queda de 95% do que foi extraído no primeiro ano.

Trata-se, portanto, de uma atividade intensiva que exaure um recurso natural não renovável em praticamente uma década, se as condições de exploração forem ideais, sem a presença de dificuldades sociais e geológicas à retirada do gás.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi proposto pelo artigo, a produção energética deve ser vista como o fornecimento de energia a população, seja urbana ou rural. O gás de xisto é um importante recurso energético e possível de uso na matriz energética brasileira. Contudo, estudo devem ser realizados antes que as explorações se iniciem, tendo em vista a grande gama de impactos que o mesmo poderá causar ao ambiente e a sociedade, por não ser uma fonte renovável, usa de tecnologia agressivas ao ambiente, além de se mostrar pouco rentável, já que sua exploração diminui quase que totalmente ao longe de uma década.

Neste aspecto a comunidade acadêmica brasileira deveria se envolver para que se construa um verdadeiro cenário acerca desta fonte, em caso de exploração que se decorra que forma consciente e responsável. Visto que o Brasil pode ser um grande R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.431-443, dez. 2015.

promissor no uso de fontes renováveis e diversificação de sua matriz energética. Para isso precisamos ousar e propor um novo modelo de produção energética eficiente e uso de fontes renováveis, usando do conhecimento biotecnológico e das fontes abundantes do nosso país.

8 Agradecimentos

Os autores agradecem aos professores Sigrid Andersen e José Thomaz Mendes Filho da linha de Tecnologia, Ambiente e Sociedade, do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento da UFPR, por importantes discussões sobre o tema. Agradecem ainda à CAPES e ao Parque Tecnológico Itaipu pelo apoio financeiro.

PERSPECTIVES AND ANALYSIS THE FRAMEWORK ENERGY FUTURE OF SHALE GAS IN BRAZIL

ABSTRACT

Although incentive to fuel ethanol programs, hydroelectric plants and the intensive use of traditional biomass, the basis of the Brazilian energy matrix has become increasingly dependent on fossil fuels. In this sense, this paper analyzes the current energy situation of Brazil, giving greater prominence to a fossil energy source used for some years: natural gas. New methods for their extraction, such as hydraulic fracturing, provide this commodity more easily may gain strength in the energy market. However, this method, in particular, makes some doubts about their environmental impact and human health, because the fluid injected under high-pressure underground, creating channels into the rock to extract the gas, the water can seep groundwater and enable other gases present in the soil, such as methane, compromise the quality of water, soil and the atmosphere. In contrast, future scenarios will be analyzed, in which Brazil should create conditions for the rapid expansion of supply and implementation of the diversification of the energy matrix process, critical to the strategic positioning before the global energy landscape as Brazil has the potential to intensify the use of renewable sources, whether solar, wind or biomass.

KEYWORDS: Energy; Hydraulic fracturing; Fossil energy; Environment

REFERÊNCIAS

BARROS, E. V. DE. A matriz energética mundial e a competitividade das nações: Bases de uma nova geopolítica. *Engevista*, v. 9, n. 1, p. 47 – 56, 2007.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.431-443, dez. 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás. Atualização 2011. Ministério de Minas e Energia/ Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2012.

BRONZATTI, F.; NETO, A I. Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008.

EIA. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries outside the United States. Washington: EUA, 2013.

GOMES, M. J. Estudo do Mercado Brasileiro de Gás Natural contextualizado ao Shale Gás. Porto Alegre, RS, 2011.

MENG, Q.; ASHBY, S. Distance: A critical aspect for environmental impact assessment of hydraulic fracking. *The Extractive Industries and Society*, v. 1, n. 2, p. 124–126, 2014.

REIS, L. B. DOS; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. 2ª rev. Ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

RIBEIRO, W. C. Gás “de xisto” no Brasil: uma necessidade? *Estudos Avançados*, v. 28, n. 82, p. 89–94, 2014.

SANBERG, E. et al. Aspectos ambientais e legais do método fraturamento hidráulico no Brasil. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Anais. Porto Alegre - RS, 2014. Disponível em: <www.abes-rs.org.br/qualidade2014>

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. v. 26, n. 74, p. 247–260, 2012.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira. p. 47–69, 2007.

WRIGHT, M. C. et al. A new rapid method for shale oil and shale gas assessment. *Fuel*, v. 153, p. 231–239, 2015.