

# ASPECTOS POLÍTICOS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DO SHALE GAS NO BRASIL

## POLITICAL, ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SHALE GAS IN BRAZIL

Rhodiney Vaz Martins 1  
Rogério Luís Aguilera 2  
Alex Paubel Junger 3  
Sinclair Mallet Guy Guerra 4  
Igor Fuser 5

**Resumo:** A descoberta de enormes reservas de gás não convencional, ou conhecido também como shale gas, vem gerando grande expectativa no mercado mundial de energia. Os EUA têm a maior reserva mundial de shale gas, e são os pioneiros na sua exploração e produção. O Brasil possui a décima maior reserva mundial de shale gas. A sua reserva de shale gas equivale a quinze vezes as reservas de gás convencional do país em 2015 (MME, 2015). Devido a isso pode-se considerar as reservas brasileiras expressivas, o que vem despertando o interesse do país por suas reservas de shale gas. Este trabalho tem como objetivo analisar uma possível exploração do shale gas no Brasil, procurando destacar os principais pontos polêmicas que envolvem esta fonte de energia. O resultado desta pesquisa mostrou que a exploração do shale gas gera um grande debate em torno de sua exploração no Brasil, com opiniões divergentes de diversos especialistas. O presente artigo busca contribuir para o conhecimento sobre essa fonte de energia, com o levantamento do cenário atual e futuro, ligado ao shale gas. Além da pesquisa bibliográfica, foram realizadas entrevistas a especialistas em energia, do setor de petróleo e gás natural, para uma melhor reflexão da participação do país nessa fonte energética, contribuindo assim para os rumos da política energética brasileira.

**Palavras-chave:** Shale Gas. Fraturamento Hidráulico. Meio Ambiente

**Abstract:** The discovery of large unconventional gas reserves, or also known as shale gas, come generating great expectations in the global energy market. The US has the largest world reserves of shale gas, and are pioneers in your exploration and production. The Brazil has the tenth largest reserve of shale gas. Its shale gas reserves is equivalent to fifteen times the conventional gas reserves of the country in 2015 (MME, 2015). Because of this, it can be considered the expressive Brazilian reserves, which has aroused the interest of the country for its reserves of shale gas. This study aims to analyze the possible exploration of shale gas in Brazil, seeking to highlight the main controversial points involving's energy source. The result of this research showed that the exploration of shale gas generates a big debate around your exploration in Brazil, with differing opinions of various experts. This article seeks to contribute to the knowledge of this energy source, with the lifting of the current scenario and future, connected to the shale gas. In addition to the literature search was conducted interviews with energy experts of the oil and gas sector, it can help the country has the best participation in this reflection energy source, thus contributing to the direction of the Brazilian energy policy.

**keywords:** Shale Gas. Hydraulic Fracturing. Environment.

- 
- 1 Doutor em Energia pela Universidade Federal do ABC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2556643419985278>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8196-4060>. E-mail: [rvmvaz@gmail.com](mailto:rvmvaz@gmail.com)
  - 2 Mestre em Energia pela Universidade Federal do ABC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7151895648659824>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0770-0010>. E-mail: [raguil@superig.com.br](mailto:raguil@superig.com.br)
  - 3 Doutor em Energia pela Faculdade de Tecnologia Termomecanica. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3440956514829383>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5072-1012>. E-mail: [pro15846@cefsa.edu.br](mailto:pro15846@cefsa.edu.br)
  - 4 Doutor Economia Energia pela Univ. Federal do ABC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3761082063391085>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7167-5206>. E-mail: [sguerra8@gmail.com](mailto:sguerra8@gmail.com)
  - 5 Doutor em Ciência Política pela Univ. Federal do ABC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5360039693866307>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0260-4062>. E-mail: [igor.fuser@ufabc.edu.br](mailto:igor.fuser@ufabc.edu.br)

## Introdução

O *shale gas* também conhecido como gás de folhelho, é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, encontrados em rochas chamadas de folhelho. O folhelho é uma rocha sedimentar argilosa mais comum na terra, com alto conteúdo de matéria orgânica. O gás encontra-se preso nessas rochas sedimentares de baixa permeabilidade, ou seja, nas mesmas rochas em que foi gerado, diferenciando dos reservatórios convencionais, que migram das rochas geradoras para as rochas reservatórios, tendo assim características de maior permeabilidade, fazendo com que a extração seja de forma mais simples. Os compostos desses folhelhos podem variar de acordo com a rocha associada, que se formaram a cerca de 300 a 400 milhões de anos (KING, 2013).

O primeiro poço comercial de gás natural nos EUA teve sua produção em 1821, através de folhelho, usado para iluminação da cidade de Fredonia em Nova York. Entre os anos de 1860 e 1920, o gás natural produzido a partir de folhelhos fraturados nas bacias do Apalache e Illinois, foi usado em cidades próximas (NETL, 2011). O grande sucesso dessa exploração é marcado pelo fraturamento hidráulico, que somente ocorreu pela primeira vez em 1940, com seu aperfeiçoamento em 1970 (TREMBATH *et al*, 2012).

Na década de 1970, surgiu o termo não convencional. O governo americano se viu em meio a uma escassez de gás natural, onde decidiu dar estímulo ao gás não convencional. O Governo Americano desde então, implementou programas de pesquisa para desenvolver o *shale gas*, junto a isso ofereceu incentivos fiscais, que vigoraram até 2002 (WANG ; KRUPNICK, 2013), o que ajudou no desenvolvimento e produção do shale gas.

O desenvolvimento da tecnologia permitiu a produção em poços não convencionais, que antes era praticamente inviável economicamente. Nos dias atuais a produção de gás é significativa, tornando esses poços lucrativos e viáveis. Esses fatores de exploração se devem principalmente a duas novas técnicas de exploração, que aumentam o contato entre o poço e a formação: a perfuração horizontal e o fraturamento hidráulico (THOMAS *et al*, 2004). A técnica da perfuração horizontal dos poços de gás, começou nos EUA, no ano de 2004, o que contribuiu para o aumento da produção de *shale gas*. Esse tipo de perfuração faz com que se tenha uma maior área de drenagem de *shale gas*, quando se compara aos poços verticais, ocasionando assim uma maior taxa de produção. O uso da perfuração não é uma preocupação maior para o meio ambiente, diferentemente do fraturamento hidráulico, que usa substâncias químicas.

Nos últimos anos, os países vêm acompanhando o grande desenvolvimento de uma fonte não convencional de energia, conhecida como *shale gas*. O principal país que vem tendo sucesso nesse tipo de exploração é os EUA. As suas enormes reservas, fatores tecnológicos, econômicos e sobretudo geopolíticos que contribuíram para o seu desenvolvimento, o que vem causando um grande impacto na sua matriz energética.

Para Siqueira (2015), não existe sucesso dos EUA na exploração do *shale gas*, sendo que o shale gas representa na realidade 1/9 do consumo americano. Já para Vieira (2015) o sucesso americano é claro, sendo que a produção de gás natural a partir do *shale gas* já é de 50% da produção norte americana. Os EUA investem em pesquisa, perfuração, tem um bom mercado regulatório e produzem o que foi proposto, o que eles chamam de *Shale Revolution*. Prates (2015), ressalta que os EUA tiveram sucesso na exploração do *shale gas* mais pela necessidade em energia do que em outros países, que o país conseguiu se organizar e regular, faltando apenas convencer os que foram atingidos pela mídia contra a exploração do *shale gas*.

## Mercado do shale gas no Brasil

O Brasil tem hoje a décima maior reserva de *shale gas* do mundo, chegando a 245 Tcf (EIA, 2013). Somente para se ter uma ideia da dimensão de nossa reserva, nos dias atuais temos uma reserva de gás convencional em torno de 16 Tcf (MME, 2015), isso mostra o quanto nossas reservas de *shale gas* são expressivas em comparação com as reservas de gás convencional.

Para Vieira (2015), os valores das reservas de *shale gas* no Brasil, são apenas bons números, não são reservas. Reservas são aquelas que já possuem em cima a estrutura necessária para a exploração e produção tanto de óleo como gás. Segundo Estrella (2015), estimar reservas pode

levar a grandes enganos, tem-se que levar em conta a questão geológica, que pode ser decisiva para se chegar aos números. No Brasil não existe rochas com COT<sup>2</sup> de 10%, o que pode levar a reservas estimadas de gás de folhelho, e não a números exatos. Antes de falar em reservas e exploração do folhelho no Brasil, é preciso que se tenha estudos geocientíficos mais aprofundados nas bacias sedimentares com potenciais de *shale gas*, com estudos exploratórios, para que assim possamos contar com interpretações mais confiáveis. Prates (2015), acredita que as áreas licitadas e concedidas, que estão na mão das concessionárias, tem grande potencial de exploração de *shale gas*. É importante dar início, com uma exploração moderada do *shale gas*, para ganhar experiência neste tipo de exploração.

No Brasil tem-se seis bacias com potencial de *shale gas*, a Bacia do Solimões, do Parnaíba, do Recôncavo, do São Francisco, do Paraná, e do Parecis. Os estudos estão mais avançados na Bacia do São Francisco e na Bacia do Solimões - Acre, onde foram encontrados indícios de *shale gas*. Tem-se como destaque a Operadora Petra que encontrou 10 poços com indícios de shale gás na Bacia do São Francisco, e a Petrobras que encontrou indício de *shale gas* em 8 poços na Bacia do Solimões.

Apesar dos indícios de *shale gas* na Bacia do São Francisco e Solimões, essas bacias não tiveram grande sucesso na 12ª Rodada de licitações, promovida pela ANP. Na Bacia do São Francisco foram ofertados 36 blocos de exploração, sendo nenhum arrematado. Na Bacia do Solimões – Acre, foram ofertados 9 blocos e arrematado apenas um. Essa falta de sucesso se explica pela sua localização, ou seja, fora da região dos grandes consumidores, e sem estrutura de transporte – gasodutos (LAGE *et al*, 2013). Outra explicação seria a formação geológica, onde os folhelhos são profundos, cobertos por camadas de basalto, o que dificulta a sua exploração.

O grande sucesso ficou com a Bacia do Recôncavo com 50 blocos ofertados e 30 blocos arrematados, sendo que temos gás convencional e não convencional. Esse sucesso se deve a localização da região, onde se tem instalações de processamento e transporte, além de ter um mercado consumidor importante, com refinarias e fábricas de fertilizantes (LAGE *et al*, 2013). Essa 12ª rodada de licitações realizada em novembro de 2013, foi o primeiro a incluir a exploração do gás não convencional. Porém o resultado foi decepcionante, sendo que foram ofertados 240 blocos e foram arrematados apenas 72 blocos.

Nessa rodada dos 72 blocos arrematados, 49 foram arrematados pela Petrobras ou em parceria. Os blocos mais disputados foram os localizados na Bacia do Paraná e na Bacia do Recôncavo, devido à localização e o grande potencial do *shale gas*. As empresas vencedoras do leilão precisam cumprir um programa exploratório mínimo, o que pode levar de 5 a 8 anos, antes do desenvolvimento e produção das bacias sedimentares (ANP, 2014).

Para Siqueira (2015), a exploração do *shale gas* no Brasil não faz sentido, devido as enormes reservas atuais do pré-sal em torno de 60 bilhões de barris, e seu grande potencial para o futuro, cuja reserva potencial é de 300 bilhões de barris. Sem o pré-sal, as reservas eram em torno de 14 bilhões de barris, o que durava em torno de 15 anos de autossuficiência, hoje as reservas podem durar aproximadamente 50 anos. Para o gás natural a perspectiva do pré-sal é superior aos 150 Tcf. Não tem sentido explorar o *shale gas* agora, por causa das reservas do pré-sal, não se deve explorar uma fonte com altos riscos ambientais (SIQUEIRA, 2015). Segundo Vieira (2015), o Brasil é um grande importador de gás natural, tanto da Bolívia como por GNL, para assim manter as térmicas em operação, o *shale gas* seria uma oportunidade para o Brasil diminuir a sua dependência externa, e ter um combustível barato e seguro. Prates (2015), afirma que as áreas licitadas têm grande potencial para o *shale gas*, o país precisa primeiramente aprender a explorar o *shale gas* em pequena escala, e depois dessa fase de aprendizagem partir para exploração em grande escala.

O sucesso na exploração do *shale gas* no Brasil irá depender da concreta existência de vários conjuntos de condicionantes a exploração, como ocorre nos EUA (ESTRELLA, 2015). O risco financeiro ficará por conta das empresas de exploração, que neste tipo de exploração é muito alto, o que pode desestimular a exploração do *shale gas* no Brasil. Confirmando-se as reservas de *shale gas* no Brasil, seria de grande importância para a segurança energética nacional, trazendo para o país uma forte posição geopolítica mundial, mas é importante salientar que há necessidade de superar os sérios impactos ambientais e sociais da produção do shale gas, o que está longe de acontecer (ESTRELLA, 2015). Prates (2015), afirma que o país precisa acompanhar a tecnologia “fazendo”, o país precisa explorar o *shale gas*, mas não precisa ter rapidez no processo, o país conta

com alternativas energéticas, não precisa ir em uma única direção. “O Brasil precisa entrar no jogo” (PRATES, 2015, s.p).

Atualmente o Ministério Público Federal do Paraná suspendeu na Justiça Federal o efeito das áreas da 12ª rodada, referentes as áreas com potencial de *shale gas*. As áreas com potencial de shale gas no Brasil ficarão suspensas até que seja realizado estudos técnicos que demonstrem a viabilidade, ou não, do uso do fraturamento hidráulico para exploração do *shale gas* no Brasil, tendo prévia regulamentação do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Para Siqueira (2015) a suspensão da exploração do *shale gas* foi acertada, nem a ANP e nem o IBAMA tem fiscais para controlar essa exploração, “*com a tecnologia atual de fracking é uma grande irresponsabilidade pensar nisto*”(SIQUEIRA, 2015, sp).

Já para Vieira (2015), o Brasil é pioneiro na exploração de águas profundas, o país tem experiência em exploração em condições adversas, assim o Brasil tem capacidade de explorar o *shale gas*. As últimas rodadas da ANP, foram bloqueadas, “*quem é contra e gerou está paralização deve claramente assumir e defender pagar caro pelo GNL e transferir o ônus para a população. Impossível abrir mão de uma fonte energética da importância do shale, isto parece brincadeira*” (VIEIRA, 2015, sp). Prates (2015), afirma que no começo da exploração em águas profundas tinha-se medo e insegurança, mas que a tecnologia e as regras foram o suficiente para inibir problemas ambientais, dando mais segurança a esse tipo de exploração. O país precisa passar pela curva de aprendizagem em relação ao *shale gas*, ou seja, operando, gerando problemas e solucionando.

## Aspecto regulatório do shale gas

Apesar da falta de sucesso na 12ª rodada de licitações realizada em 2013, pelo baixo número de blocos arrematados. A exploração do *shale gas* é um fato real no Brasil, e devido aos riscos associados à sua exploração, principalmente em relação ao fluidos usados no fraturamento hidráulico, a ANP verificou ser necessário uma regulamentação específica para a sua exploração. Essa regulamentação tem o objetivo de tornar viável a execução do fracking (fraturamento hidráulico), sem que seja deixada de lado a proteção adequada ao meio ambiente e as pessoas tanto envolvidas na exploração como a população em geral.

A resolução nº 21 emitida pela ANP em abril de 2014, procura estabelecer e definir os procedimentos e requisitos a serem cumpridos para a exploração e produção do *shale gas*, através do fracking. De forma geral a regulamentação é o segundo passo dado pela ANP, após a 12ª rodada de licitações. A regulamentação aponta os riscos no fraturamento hidráulico, procurando assim estabelecer os mecanismos para sua mitigação com base em fundamentos: o sistema de gestão ambiental; o projeto do fracking e padrões de segurança operacional para a exploração do *shale gas*. Com isso a ANP mostra uma preocupação com a poluição hídrica e os eventos sísmológicos e questões envolvendo a saúde.

A resolução determina que para a exploração do *shale gas* dependerá de autorização previa da ANP. Essa autorização ser analisada deverá o operador se atentar aos documentos: licença ambiental para operação do fraturamento hidráulico, autorização para utilização dos recursos hídricos, projeto do poço e simulação do fraturamento hidráulico, laudos dos recursos hídricos, estudo de avaliação de ocorrência sísmicas e declaração de um responsável técnico atestando o cumprimento de todos os requisitos da resolução. Vale ressaltar que para os recursos hídricos o operador deverá garantir uma distância mínima de 200 metros, entre a fratura e das águas para fins de consumo, e também essa água deverá ser preferencialmente imprópria para consumo (ANP, 2014). Segundo Estrella (2015), os problemas na resolução com referência a água utilizada no fraturamento hidráulico, quando se diz no Art. 3º, “A água utilizada (no fraturamento hidráulico) descera ser preferencialmente”, esse preferencialmente não é exato, pode ser de água de aquíferos ou efluentes reutilizados, não se tem um valor, pode ser até 100% de água de aquífero usadas no fraturamento hidráulico. Podendo assim as empresas nem serem obrigadas a reutilizar/tratar as águas já utilizadas (ESTRELLA, 2015).

A resolução também obriga que o operador divulgue de forma pública as informações sobre: os impactos sociais e ambientais, produtos químicos utilizados no faturamento, bem como suas quantidades e composições, finalmente a origem dos volumes hídricos utilizados no fraturamento

hidráulico. As operações de fraturamento hidráulico deverão seguir as melhores práticas da engenharia, como se segue nos EUA, sendo que a continuidade do poço vai depender da extensão das fraturas até os corpos hídricos (ANP, 2014). Após a aprovação do projeto, o operador deverá garantir todo o ciclo de vida do poço, inclusive após ao seu abandono. A experiência americana mostra que os poços podem ficar ativos por um longo período, podendo chegar até 30 anos de atividade, mesmo depois do fim de sua exploração (ANP, 2014). Para isso deverá ser realizado testes, para garantir que os resultados estão em consonância com a resolução especificada (ANP, 2014).

Para Vieira (2015), o mercado regulatório é importante para preservar a segurança, mas não produz óleo e gás. A regulação deve ser feita para atrair investimentos, e não pode inibir os empreendedores. A regulação do shale gas deve ser diferente dos demais tipos de fontes energéticas, devido as diferentes e complexas formação dos folhelhos, *“precisamos perfurar, para então entender e permitir produzir com economia e segurança, entender o shale no Brasil (perfurando e produzindo) e regulando de acordo com a realidade brasileira ”* (VIEIRA, 2015, sp). Já para Siqueira (2015), não devemos pensar em mercado regulatório para o shale gas para os próximos 50 anos, devido aos altos riscos ambientais do shale gas. Para Prates (2015), a regulação inicial é um bom começo, mas ela precisa de adaptações à medida que se explora o shale gas.

Segundo Estrella (2015), o fraturamento hidráulico apresenta grandes riscos, e não se deve abrir mão de uma legislação extremamente rigorosa, e principalmente com respeito a fiscalização por parte de todos, tanto do governo como das empresas envolvidas na exploração do shale gas. O entrevistado acrescenta ainda que a resolução da ANP é muito frágil e complacente, tem margem para o descumprimento, principalmente em relação ao uso da água, considera um texto *“apequenado, acanhado, a não refletir a real e concreta ameaça à saúde humana e ao meio ambiente a qual o fraturamento hidráulico carrega”* (ESTRELLA, 2015, sp). A resolução deveria ser feita com base em uma estrutura laboratorial bioquímica, científica e com tecnologia de ponta, com certificação internacional, para assim procurar elaborar de como se pode obter licença e concessão para a exploração do shale gas (ESTRELLA, 2015).

Para atrair investimentos para a exploração do shale gas, o país precisa ter um marco regulatório que atraia as empresas, com atrativos financeiros e econômicos de todos os tipos, como tributário, tarifário e direito de propriedade. Fazendo com que as empresas tenham segurança da sustentabilidade e retorno de seus investimentos, ou seja, avançar na recompensa (ESTRELLA, 2015). O Brasil precisa ter um mínimo de previsibilidade, ter dados geológicos. Caso tenha dados animadores do potencial de shale gas, aí sim leiloar, trazendo condições mais vantajosas para o país. A energia é segurança nacional, não precisa pressa para explorar uma fonte de energia, ainda mais que o país conta com grandes reservas do pré-sal. A exploração do shale gas deveria ser mais atraente, com leilão de poucos blocos para ver qual o resultado, em caso positivo, poderia se leiloar blocos maiores, com condições mais atrativas para o Brasil (ESTRELLA, 2015).

## **Oportunidade, riscos e desafios do shale gas**

A experiência americana mostrou os pontos que levaram ao aumento da exploração do shale gas, o que foi feito para que a indústria tivesse uma evolução de inegável sucesso. Os desafios são muitos em nosso país, como ter um mercado energético que atraia investimentos, em um ambiente de confiabilidade e previsibilidade (FGV, 2014). O país precisa envolver mais as indústrias no consumo de gás, que possa ser lançado subsídios para se ter um mercado crescente de gás natural, tendo em vista os grandes investimentos necessários para as plantas de gás (FGV, 2014).

Caso o Brasil decida explorar o shale gas, o país precisa investir muito em infraestrutura de transporte, sendo que esse é um dos segmentos mais relevantes na indústria do gás natural (LAGE et al, 2013). A experiência americana mostrou que o seu grande sucesso na exploração do shale gas, somente foi possível devido a uma infraestrutura de gasodutos bem estruturada com cerca de 500.000 km, não tendo a necessidade de grandes investimentos. O Brasil possui apenas 9.244 km (GASNET, 2015), mostrando o quanto o país precisa desenvolver na malha de transportes.

O Brasil precisa de uma legislação forte e eficaz, discutida com a sociedade, principalmente com relação ao meio ambiente, que possa assim lidar com as adversidades ligadas ao fraturamento

hidráulico. Nos EUA, há estados que tiveram sérios problemas com o fraturamento hidráulico, que contaminou grandes volumes de água potável, o que mostra os riscos associados a exploração do *shale gas* (MIT,2011). As principais reservas de *shale gas* se encontram em áreas com aquíferos, o que mostra o quanto o país precisa tomar cuidado na exploração, e que a legislação tem que ser muito bem elaborada para evitar sérios danos aos aquíferos e ao meio ambiente. Tem-se também reservas que se encontram em área de seca, como no caso do Recôncavo Baiano, que neste caso tem que se pensar em reuso da água (LAGE *et al*, 2013).

Uma grande oportunidade para o país na exploração do *shale gas*, seria ter uma fonte confiável e segura no fornecimento de gás natural, principalmente nos dias atuais, onde se tem escassez de chuva em certas regiões do país, o que ocasiona o acionamento das usinas termelétrica a gás natural. Além da segurança energética que o país poderia ter com a exploração *shale gas*, seria também interessante para a competitividade da indústria nacional, que atualmente passa por um período de incertezas em relação ao fornecimento de gás natural, devido as elevações do consumo termelétrico, para que se possa assim desenvolver uma indústria competitiva no país. Não se pode deixar de citar que seria uma oportunidade do país investir em pesquisa e desenvolvimento, e assim buscar um conhecimento geológico e geofísico, o que deixa muito a desejar atualmente (ALMEIDA, 2013). Assim pode-se desenvolver uma tecnologia nova, baseada na americana, com menos agressão ao meio ambiente, desenvolvendo uma mão de obra capacitada e especializada.

Outra oportunidade seria diminuir a dependência do gás natural importado, principalmente com relação ao gás natural importado da Bolívia, que terá em 2019 o fim do contrato, o que causa uma certa insegurança ao fornecimento, mesmo sabendo que possivelmente esse contrato será renovado. (LAGE *et al*, 2013). O governo poderia dar mais acesso ao crédito para investir em infraestrutura e com isso criar um ambiente favorável ao setor de transporte de gás natural, criando até mesmo as empresas no setor produtivo e de transporte de gás natural.

As oportunidades listadas mostram que o Brasil pode alavancar a indústria do gás natural, e conseqüentemente recuperar a competitividade da indústria, principalmente da indústria química que utiliza grandes volumes de gás natural. Não se pode esquecer dos possíveis prejuízos ambientais que podem ocorrer com a exploração do *shale gas*, causando danos irreparáveis a nossa geração e principalmente a gerações futuras, por isso devemos ter uma ampla discussão com toda a sociedade sobre a sua exploração e seus impactos.

## **Exploração do shale gas associados aos recursos hídricos**

Quando se fala em exploração e exploração na indústria de hidrocarbonetos, tem-se problemas ambientais relacionados, seja em menor grau ou em maior grau. Os estudos sobre a exploração e exploração do *shale gas*, mostra que essa causa mais danos ambientais que a exploração tradicional em reservatórios convencionais, principalmente devido ao uso do fraturamento hidráulico.

A exploração do *shale gas* nos EUA, mostrou que os maiores problemas nesse tipo de exploração estão ligados aos recursos hídricos. Pode-se citar vários problemas potenciais, principalmente ligados aos recursos hídricos: contaminação dos aquíferos devido ao retorno do fluido, conhecido como *flow-back-fluid* (Fluidos tóxicos e radioativos); contaminação do solo e da água superficial devido ao armazenamento dos fluidos que retornam do poço; contaminação dos aquíferos devido ao vazamento de gás metano do poço, seja através de fraturas induzidas ou naturais e utilização excessiva de água durante todo o processo de exploração do poço (JACKSON *et al* 2013).

Segundo Vieira (2015), os aquíferos não serão poluídos, devido as diferenças de profundidade que estão o *shale gas* e as águas dos aquíferos, sendo que a segurança na perfuração garante que nenhum aquífero seja contaminado. Para Siqueira (2015), os aquíferos correm grande risco de contaminação, tanto que o edital para exploração do *shale gas* traz o produtor como o responsável pelo controle ambiental, “*uma dupla irresponsabilidade*”. Estrella (2015), reforça ainda que o fraturamento hidráulico, além de consumir água em excesso, apresenta riscos ainda não eliminados, que não serão solucionados a curto prazo, como a contaminação bioquímica do lençol freático e de aquíferos profundos. Prates (2015), destaca que desconsiderar determinados aspectos

técnicos e tecnológicos podem gerar consequências ambientais serias, mas que a regulamentação correta serve para inibir que erros ocorram, fazendo que se tenha uma operação segura em relação ao *shale gas*.

No Brasil os blocos licitados para a exploração e exploração do *shale gas*, em sua maioria se encontram próximos aos maiores aquíferos do país. O maior desafio na exploração do *shale gas* no Brasil está nas maiores reservas shale estarem em baixo dos maiores aquíferos de água doce do mundo, o aquífero guarani e o aquífero Alter do Chão (SIQUEIRA, 2015). Já para Vieira (2015), não existe um Aquífero Guarani, mas sim uma centena de aquíferos e devido a formação basáltico que abriu vários diques, gerando áreas estanques, essa poluição dos aquíferos não seria possível. Estrella (2015), acredita que os riscos de contaminação dos aquíferos são reais, que não se pode eliminar os riscos de contaminação nos dias atuais.

Pode-se destacar no Estado de São Paulo, o Pontal do Paranapanema, na Bacia Sedimentar do Paraná, onde o *shale gas* se encontra nas rochas permianas da formação do Irati, com espessuras em torno de 70m, na parte central da bacia. O Sistema do Aquífero Guarani está logo acima dessa formação, sendo que para a exploração do *shale gas* na formação do Irati tem-se que atravessar o Aquífero Guarani, o que poderá causar problemas em suas águas. O monitoramento do aquífero será dificultado principalmente devido a sua profundidade, que pode chegar a mais de 1600m. As águas do aquífero são potáveis, tendo áreas com elevado nível de flúor e salinidade. Caso se tenha perfuração nessa região para a exploração do *shale gas*, pode-se ter um desequilíbrio hidráulico, o que pode induzir uma salinização do aquífero (HIRATA, 2014). Tem-se que destacar que o Sistema Aquífero Guarani é fundamental para o abastecimento público, principalmente para as gerações futuras.

A ANP discorda desta visão dos problemas causados pelo *shale gas*, através da nota técnica nº 334/2013. A ANP alega que as empresas interessadas na exploração do *shale gas* estariam compromissadas a perfurar um poço para ter dados exigidos pelos órgãos ambientais. Tem-se um ambiente internacional favorável à exploração do *shale gas* e por fim, a segurança e meio ambiente poderiam ser geridos de forma eficaz a fim de mitigar os impactos ambientais (ANP, 2013). O secretário executivo de exploração e produção do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), Antônio Guimarães alega também que não há risco de contaminação das águas dos aquíferos, já que os poços estão a uma distância segura, o que seria impossível essa contaminação. Assim mostra-se os diferentes discursos entre instituições e órgãos envolvidos na exploração do *shale gas*.

Não se pode negar que a exploração do *shale gas* no Brasil gera muita polêmica, tanto no Brasil, como nas pesquisas bibliográficas e nos entrevistados neste trabalho. Para Siqueira (2015), o Brasil não precisa explorar o *shale gas* nos próximos 50 anos, prova disso foi o fracasso no leilão e a sua suspensão pelo Ministério público, “*todo brasileiro consciente deve ser contra essa irresponsabilidade*”, “*é uma irresponsabilidade o Brasil pensar nesse gás não convencional. O pré-sal nos permite prescindir dessa fonte, cuja tecnologia de exploração é uma agressão ao meio ambiente*” (SIQUEIRA, 2015, sp). Para Vieira (2015), a exploração do *shale gas* avançara em muitas novas verdades, o Brasil precisa de gás natural para o seu desenvolvimento, a história da exploração do *shale gas* nos EUA e belíssima e educadora. Já para Estrella (2015), o Brasil precisa se concentrar no pré-sal, se vai manter essa riqueza para sua segurança energética do país ao longo de décadas, assegurando assim nosso crescimento, ou vai simplesmente e rapidamente exportá-lo para garantir o suprimento e demanda dos países hegemônicos. Segundo Prates (2015), o Brasil precisa explorar o *shale gas*, o país precisa passar pela curva de aprendizagem, perfurando e resolvendo os problemas, não se pode deixar de dominar a tecnologia da exploração do *shale gas*. O pré-sal traz um conforto energético para o país, mas não se pode abdicar totalmente da exploração do *shale gas*, o Brasil pode aprender com a exploração do *shale gas* nos EUA, para não cometer os mesmos erros. Não precisa congelar e abandonar a exploração do *shale gas*.

## Considerações Finais

As dificuldades encontradas para a exploração do *shale gas* no Brasil são muitas, mas pode-se destacar duas fundamentais, como a falta de conhecimento geológico e a questão da

propriedade do solo. A falta de estudos e mapeamento das bacias sedimentares no território brasileiro é crucial, as características geológicas das formações dos reservatórios não convencionais são distintas de poço para poço, como acontece nos EUA, isso é fundamental para a operação segura do fraturamento hidráulico. Outra questão é a propriedade do solo, no Brasil o dono dos recursos do subsolo, seja mineral ou hídrico é da União, diferentemente o que acontece nos EUA, onde o dono das terras é o dono também dos recursos do subsolo, o que favorece em muito a exploração, sendo uma negociação rápida e direta entre as partes, empresa e proprietário das terras. Assim caso uma empresa venha a explorar o shale no Brasil terá que cumprir uma série de normas, como a concessão dos recursos, e participação em rodada de licitação.

Apesar dessas duas questões serem fundamentais, tem-se outros problemas relacionados à exploração e produção, como os equipamentos e serviços, não estão disponíveis no mercado brasileiro de imediato, como as sondas de perfuração, sistemas de alta pressão, produtos químicos, areias especiais e fluido de fraturamento. No Brasil há uma política de exploração voltada ao pré-sal, é preciso avaliar até que ponto o país tem condições de ter investimentos em outras frentes de exploração, como os recursos não convencionais. Sendo que o pré-sal é a maior descoberta energética do país das últimas décadas, o que tem direcionado o interesse e os grandes investimentos da Petrobras para esse setor, podendo assim comprometer o desenvolvimento do shale gas no Brasil.

Os estudos feitos pelo EPE e MME, mostram que as reservas de gás convencional irão proporcionar em torno de 205 milhões de m<sup>3</sup>/dia em 2023. A previsão de consumo no Brasil, estará entre 127,7 e 197,1 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Variação justificada pela geração das térmicas a gás. A produção de gás não convencional pode começar em 2020, chegando em 2023 com aproximadamente 15 milhões de m<sup>3</sup>/dia, ou seja, em torno de 7% da produção nacional.

O *shale gas* se apresenta como uma fonte de energia não convencional com potencial de aproveitamento em diferentes partes do mundo, tendo como base a experiência americana, que foi bem-sucedida na parte econômica. Os ambientalistas e pessoas ligadas a área da saúde mostram-se preocupadas com o uso intensivo do fracking. Os ricos são locais, principalmente para as pessoas em torno dos poços de *shale gas*, para os mananciais de água, além do receio de vazamento de gás metano e de pequenos terremotos. As empresas exploradoras do *shale gas* se defendem afirmando que o fracking é seguro, desde que as operadoras hajam de forma responsável e os órgãos reguladores cumpram suas obrigações legais.

## Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

ALMEIDA, E. F. de; COLOMER, M. **A indústria do gás natural: fundamentos técnicos e econômicos.** Rio de Janeiro: Synergia, 2013.

ANP, **Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural** – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (mensal).

ANP. Anuário Estatístico de 2010.

ANP. Boletim Anual De Preços. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. [S.l.]. 2013.

ANP. Boletim Anual De Preços. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. [S.l.]. 2014.

ESTRELA 2015. **Entrevista realizada pelo autor com Guilherme de Oliveira Estrella**, Ex-Diretor de

Exploração & Produção da Petrobras entre 2003-2012. Geólogo e Especialista no setor de petróleo e gás natural. Entrevista realizada em maio de 2015.

FGV, 2014. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Caderno FGV Energia 2014**. Disponível em: <http://fgvenergia.fgv.br/publicacao/caderno-de-gas-natural-fgv-energia>. Acesso em 20 fev 2014.

GASNET, 2015. **Fonte energética torna o país norte-americano capaz de fabricar Produtos manufaturados competitivamente** <http://www.gasnet.com.br/conteudo/16323/Oferta-de-shale-gas-nos-EUA-afetara-o-Brasil>. Acesso em: 14 mar. 2015.

GEOFÍSICA BRASIL, 2015. **Avaliação da 12ª Rodada de Licitações da ANP**. Disponível em: <http://geofisicabrasil.com/artigos/41-opinioao/6247-avaliacao-da-12-rodada-%20%20%20de-licitacoes-da-anp.html>. Acesso em: 30 mar. 2015.

HIRATA, R. **Gás de folhelho no Estado de São Paulo: ainda não sabemos o suficiente para uma exploração ambientalmente segura**. CEPAS-USP, 2014.

JACKSON, et al. 2013. **Groundwater protection and unconventional gas extraction: the critical need for field-based hydrogeological research**. Groundwater 51(4):488-510.

JACKSON, et al. **Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction**. PNAS. 2013, Vol. 110.

KING, G. E. **Thirty Years of Gas Shale Fracturing: What Have We Learned?** SPE 133456, SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Florença, Itália, 2013.

LAGE, Elisa Salomão; PROCESSI, Lucas Duarte; SOUZA, Luiz Daniel Willcox; DASDORES, Priscila Branquinho; GALOPPI, Pedro Paulo. **Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro**. BNDES Setorial 44, 2013.

MIT, Massachusetts Institute of Technology. **The Future of Natural Gas: An Interdisciplinary MIT Study. Boston, 2011**. Disponível em: [http://mitei.mit.edu/system/files/NaturalGas\\_Report.pdf](http://mitei.mit.edu/system/files/NaturalGas_Report.pdf). Acesso em: 20 set. 2014.

MME, **Boletim de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural** – Ministério de Minas e Energia – 2014.

MME. **Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural** – Ministério de Minas e Energia – 2015.

NETL, 2011. **DOE's Unconventional Gas Research Programs 1976-1995 - An Archive of Important Results**. National Energy Technology Laboratory - US Department of Energy. [S.l.]. 2011.

PRATES, 2015. **Entrevista realizada pelo autor com Jean-Paul Prates**, Diretor-Presidente do CERNE-RN. Advogado e Economista, Especialista no Setor de Petróleo e Gás Natural. Entrevista realizada em junho de 2015.

SIQUEIRA 2015. **Entrevista realizada pelo autor com Fernando Leite Siqueira**, Vice-Diretor da AEPET. Engenheiro e Especialista no setor de petróleo e gás natural. Entrevista realizada em maio de 2015.

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

TREMBATH, A. et al. **Where the Shale Gas Revolution Came From: Government's Role in the**

Development of Hydraulic Fracturing in Shale. Breakthrough\_Institute\_Energy\_&\_Climate\_Program,\_2012. Disponível em: [http://thebreakthrough.org/blog/Where\\_the\\_Shale\\_Gas\\_Revolution\\_Came\\_From.pdf](http://thebreakthrough.org/blog/Where_the_Shale_Gas_Revolution_Came_From.pdf). Acesso em: 18 out. 2014.

VIEIRA, 2015. **Entrevista realizada pelo autor com Luís Fernando Vieira**, Pesquisador do IEE – USP. Engenheiro e Especialista no setor de petróleo e gás natural. Entrevista realizada em maio de 2015.

WANG, Z.; KRUPNICK, A. **A Retrospective Review of Shale Gas Development in the United States**. What Led to the Boom? Resources for the Future. Washington, DC. 2013.

Recebido em 13 de março de 2020.

Aceito em 12 de janeiro de 2022.

