

PROTOCOLO PARA BOAS PRÁTICAS REGULATÓRIAS EM GÁS NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL

Autores: Thiago Luis Felipe Brito, Vitor Emanuel Santos, Tirzah Loriato Moraes Silva, João Carbone, Owen Lee Anderson, Hirdan Katarina de Medeiros Costa, Edmilson Moutinho dos Santos, Eduardo G Pereira, Paulo Negrais Carneiro Seabra, Matheus Rebelo Gomes Rodrigues, José Fernando de Freitas, Mariana Miranda, Gabriela Passos, Nathalia Weber.

Instituições Apoiadoras: Universidade de São Paulo, Universidade Federal da Bahia, Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, Universidade Federal Minas Gerais, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Considerando que o desenvolvimento de atividades não convencionais de exploração de petróleo e gás exige métodos e tecnologias específicos, como fraturamento hidráulico e perfuração horizontal;

Considerando a Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997, também conhecida como Lei do Petróleo, que dentre suas providências, tratou da exploração de petróleo e gás natural, foi responsável pela criação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e estabeleceu o modelo de concessão para a exploração de hidrocarbonetos;

Considerando a Portaria Interministerial nº 198, de 5 de abril de 2012, que instituiu a exigência de Avaliação Ambiental de Áreas Sedimentares (AAAS) para blocos exploratórios de petróleo e gás;

Considerando a 12ª Rodada de Licitações da ANP de 28 de novembro de 2013, que ofertou blocos para exploração *onshore* de recurso não convencional;

Considerando as diretrizes da Resolução ANP nº 21, de 10 de abril de 2014, que dispunha sobre regras para exploração de petróleo e gás não convencional;

Considerando o Decreto Federal 8.437, de 22 de abril de 2015, que regulamentou que o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) tem primazia regulatória sobre o processo de licenciamento ambiental de operações não convencionais de petróleo e gás;

Considerando que foram propostas pelo MPF seis ações civis públicas com vistas à suspensão dos efeitos e posterior anulação da 12ª rodada de licitações e dos contratos relativos a blocos de exploração de gás não convencional por fraturamento hidráulico (ACP 5005509-18.2014.404.7005 – Paraná; ACP 0005610-46.2013.4.01.4003 - Piauí, ACP 0030652-38.2014.4.01 .3300 – Bahia, ACP 0006519-75.2014.4.03.6112 - São Paulo; ACP 0800366-79.2016.4.05.8500 - Sergipe e ACP 0001849-35.2015 .4.01.3001 – Acre), no âmbito das quais foram proferidas liminares (entre 2013 e 2016) e cinco sentenças (entre 2017 e 2020) suspendendo os resultados da 12ª Rodada de Licitações da ANP para blocos específicos e determinando que a agência se abstenha de realizar certames tendo como objetos contratos envolvendo exploração de gás não convencional, com fundamento no Princípio da Precaução e na falta de estudos ambientais importantes anteriores (AAAS) nas áreas, a pretexto de permitir a implantação segura de sistemas hidráulicos nas operações de fraturamento e descarte;

Considerando o Relatório “Uso de Hidrocarbonetos em Reservatórios Não Convencionais no Brasil”, publicado em maio de 2016 pelo Comitê Técnico de Meio Ambiente do Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (CTMA/PROMINP), que compilou os elementos críticos para a exploração de fontes de recursos não convencionais em escala internacional;

Considerando os objetivos do Programa de Revitalização para Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em Áreas Terrestres (REATE), vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME), lançado em janeiro de 2017 e com edição de 2020, para fortalecer o setor e aumentar a produção *onshore* de petróleo e gás;

Considerando a Resolução nº 16 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), de 24 de junho de 2019, que recomenda diretrizes para o livre mercado do gás natural e, em seu artigo 7º, estimulou a exploração de bacias terrestres;

Considerando as legislações estaduais que dizem respeito ao fraturamento hidráulico, como:

- Lei Estadual do Paraná nº 18.947, de 22 de dezembro de 2016, que proibia as operações por dez anos e fornecia requisitos ambientais adicionais após esse período;
- Lei Estadual do Paraná 19.878, de 3 de julho de 2019, que revoga a Lei 18.947 e proíbe permanentemente o fraturamento hidráulico no Estado;

- Lei Estadual de Santa Catarina 17.766, de 13 de agosto de 2019, que proíbe a exploração e a produção de óleo e gás de xisto (óleo e gás de folhelho, sinônimo para gás não convencional) pelos métodos de fratura hidráulica (*fracking*);
- Projeto de Lei no Estado de São Paulo 834/2016, ainda em tramitação.

Considerando que existem representantes da sociedade civil preocupados com os eventuais impactos que as atividades de exploração de gás não convencional no Brasil, mais especificamente as operações de fraturamento hidráulico, possam exercer sobre o meio ambiente e populações locais;

As leis, resoluções, ações, estudos e posições mencionados acima justificam a necessidade de um protocolo para orientar pesquisas e projetos-piloto, visando a implantação e o desenvolvimento de atividades de exploração e produção de gás natural não convencional no país. Portanto, a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Gás Natural Não Convencional no Brasil - GASBRAS, apresenta, a título de colaboração, **as seguintes práticas regulatórias para exploração técnica e ambientalmente segura de petróleo e gás natural não convencional** por meio de fraturamento hidráulico no Brasil:

1. Licenciamento Ambiental

Atualmente, as bacias brasileiras identificadas para potencial exploração de gás não convencional estão em terra (MME, 2019). A estrutura regulatória para essas operações, como de resto para qualquer outro aspecto da indústria de óleo e gás, deve ser robusta em termos de avaliação de riscos, transparência e garantindo a participação da sociedade através dos mecanismos de consulta e de audiência públicas vigentes. Após as ações civis mencionadas anteriormente, algumas cidades brasileiras, o Estado do Paraná e o Estado de Santa Catarina decidiram proibir o fraturamento hidráulico, enquanto o Estado de São Paulo discute sua proibição em seus territórios. No entanto, pouco se sabe dos possíveis impactos que operações de fraturamento hidráulico irão ocasionar nas formações de gás não convencional de regiões brasileiras com potencial para sua exploração, o que justifica a existência de um projeto piloto. Entretanto, para que tal projeto possa ser implementado, é necessário assegurar que o marco regulatório existente esteja devidamente estabelecido (MEDEIROS, 2020).

O fraturamento hidráulico é um componente essencial de operações de gás não convencional, mesmo que este processo tenha alguns potenciais riscos, como indução de sismos. O desenvolvimento dos projetos também resulta na injeção de água e seu consequente resíduo (sinônimo para fluido de retorno, ou *flowback*). Os fluidos devem ser dispostos adequadamente, sendo um dos destinos a sua reinjeção em formações de subsuperfície que são receptivas a eles (MME, 2019; LIMA & ANJOS, 2015; SILVEIRA, 2018; MIRANDA & COSTA, 2019).

Abalos sísmicos, em sua maioria, são ocasionados por causas naturais (tectonismo), mas em algumas situações, esses tremores podem ter como causa a ação antrópica, como: injeção de fluidos em subsuperfície, extração de óleo e gás, represamento de grandes corpos d'água, projetos geotérmicos, extração de minérios, obras civis, dentre outras (NICHOLSON; WESSON, 1992).

Tratando-se da indústria de petróleo, os sismos induzidos são, em sua maioria, provenientes de dois grandes grupos de classificações (NICHOLSON; WESSON, 1992): os relacionados à injeção de fluidos e consequente aumento da pressão de poros, como nos métodos de recuperação secundária, terciária e, mais recentemente, no fraturamento hidráulico (HEALY et al., 1968); ou relacionados ao fenômeno da subsidência, em campos onde já houve uma grande produção de fluido (DOSER; BAKER; MASON, 1991; PENNINGTON et al., 1986a). Vale ressaltar que o número de sismos registrados e relacionados ao fraturamento hidráulico tem uma frequência bem menor quando comparados aos outros mencionados (KIM, 2013).

Abordando os sismos induzidos apenas por injeção de fluidos em subsuperfície, há uma relação íntima com a propagação de falhas. Durante a injeção, ocasionalmente, o fluido introduzido a altas pressões migra através dos poros das rochas, gerando fraturas ou então reativando as já existentes (BC OIL AND GAS COMMISSION, 2012). Nesse sistema perturbado, há um grande aumento da pressão de poros que, somados às tensões *in-situ*, pode causar um deslizamento das falhas, gerando os sismos.

As formações de gás não convencional podem apresentar falhas, e o bombeamento de fluidos de fraturamento, ou reinjeção de *flowback* na rocha podem reativar falhas ou movimentá-las, essa movimentação pode causar sismos (KIM, 2013). Esses microssísmos podem ser detectados na superfície e ocasionalmente causar algum dano perceptível. Portanto, o licenciamento dessas operações deve considerar esses fenômenos e estabelecer medidas

mitigatórias adequadas, monitoramento e instrumentos razoáveis de maneira a preservar adequadamente o meio ambiente e a saúde humana sem, no entanto, desencorajar o investimento no desenvolvimento do gás não convencional.

O fluido de fraturamento consiste em água, pequenas quantidades de produtos químicos e agentes de sustentação ou propantes (areia ou base cerâmica). Tanto a reutilização, como o descarte desse fluido de fraturamento devem ser regulamentados. Em muitos casos, esse fluido é descartado em formações de subsuperfície no subsolo. O licenciamento dessas atividades deve estabelecer claramente os critérios para o descarte do fluido de retorno, quer seja na superfície ou injetados em formações de subsuperfície (MME, 2019).

Na questão da disponibilidade hídrica, a resolução ANP 21/2014 estabelece que a água deve ser preferencialmente de fontes inadequadas ao consumo humano. Vale a pena acrescentar, durante o processo de licenciamento que, caso venha a ser utilizada fonte de água adequada ao consumo humano, não deve haver comprometimento do abastecimento das comunidades locais (LIMA & ANJOS, 2015; ANP, 2014; BLATTLER, 2017).

Para a definição desses aspectos de forma centralizada, é importante a existência de arcabouço regulatório adequado. A avaliação mais ampla dos riscos envolvidos poderia ser objeto de avaliação ambiental estratégica (instrumento amplo de planejamento) e de AAAS (instrumento de avaliação por bacia sedimentar). A partir desses resultados, a regulação ambiental se daria de forma robusta e com menor possibilidade de questionamento judicial.

No contexto de avaliação prévia de riscos, a implantação de projeto piloto parece adequada ao momento de incerteza quanto a aspectos socioambientais e técnicos da exploração de gás não convencional.

Tanto a avaliação ambiental estratégica quanto o projeto piloto devem ser capazes de antecipar eventuais impactos socioeconômicos e ecológicos relacionados às operações de exploração de recursos não convencionais.

Portanto, indicamos que os seguintes aspectos devem ser considerados:

- Definição da possibilidade de delegação do IBAMA para os órgãos estaduais.
- As recomendações do relatório do REATE para implementação de um projeto piloto para incrementar o conhecimento sobre as operações de não convencionais pode ser um bom caminho para a capacitação de pessoal

responsável para administrar o licenciamento ambiental dessas atividades (MME, 2019). O planejamento desse projeto deve ser conduzido por uma instituição independente e preferencialmente acadêmica, financiada com recursos públicos ou privados com o maior nível possível de transparência e publicidade.

- A avaliação ambiental estratégica deve abordar, em nível regional:
 - I. Riscos, impactos e mitigação de danos;
 - II. A criação de observatórios científicos para registrar uma base de conhecimento estável e contínua para operações terrestres de gás não convencional- em particular para operações de fraturamento hidráulico;
 - III. Os benefícios sociais e econômicos para o cidadão, governo, indústria, prestadores de serviços, investidores e outros atores da sociedade local e nacional.

2. Prevenção e Compensação de Danos:

2.1 Terremotos e sismicidade induzida devido a reinjeção de água salgada

Como mencionado no tópico anterior, a atividade do fraturamento hidráulico pode dar origem a sismos induzidos, entretanto o que é mais comum são sismos associados ao descarte de água. Atkinson, et. al. (2016), estudou a relação entre fraturamento hidráulico e sismicidade na bacia sedimentar de *Western Canada*, e obteve como resultado que cerca de 1% dos poços de descarte analisados para o período de 1985 a 2015 estavam associados a sismos com valores superiores a 3 na escala *Richter* (capazes de serem sentidos em superfície), enquanto esse valor era de apenas 0,3% para poços em que houve a operação de fraturamento hidráulico.

Já nos Estados Unidos, em 2011, vários estudos relataram terremotos de magnitude até 5,7 nas áreas de *Medford*, *Cherokee* e *Praga* no estado de Oklahoma. *Fort Worth*, Texas, perto do *Barnett Shale* (formação geológica das rochas sedimentares do Mississipi na Bacia de *Bend Arch-Fort Worth*), que não sofre terremotos há 140 anos, relatou cerca de 18 tremores secundários menores (de 1 a 3 na escala *Richter*) entre 2008 e 2011. Terremotos mais recentes ocorreram em *Fairview* (5,1) e *Edmond* (4,3) (LIMA & ANJOS, 2015; SILVEIRA, 2018).

Em boa parte dos casos de Oklahoma, tal sismicidade foi induzida pelo acúmulo de água salgada reinjetada, um produto natural associado a produção de óleo e gás, seja ela convencional ou não, na formação de *Arbuckle*, que fez com que as falhas da formação se tornassem mais escorregadias, propensas a movimentos e com maior facilidade para liberação de energia (sismos). A formação *Arbuckle* tem sido usado em Oklahoma por muitas décadas e, portanto, recebeu grandes quantidades de água salgada de descarte, seja ela associada a injeção da água produzida que já está condida na rocha reservatório convencional ou não-convencional, água produzida associada a operação de recuperação (*waterflooding*) ou então a água de *flowback* que foi utilizada na operação de fraturamento hidráulico, conforme aponta (MURRAY, 2013).

Em resposta, o Estado de Oklahoma, agindo através de seu órgão regulador de petróleo e gás, a *Oklahoma Corporation Commission*, impôs severas restrições à nova reinjeção de água salgada e fechou 700 poços de descarte. A Universidade do Texas acaba de lançar um estudo em outubro de 2019 que sugere que as operações de fraturamento são a causa de alguns terremotos na bacia do Permiano, no oeste do Texas (U.S. GEOLOGICAL SURVEY & SHERROD, 2016).

A maioria dos terremotos que ocorrem no Brasil não é percebida pela população, por serem tremores de baixa magnitude na escala *Richter* (menor que 3), registrados por sensores espalhados por todo o país, sendo percebidos pelas pessoas quando ocorrem perto de centros urbanos, principalmente em prédios altos. Assim, a maioria de suas estruturas e população não está adaptada a terremotos e suas consequências potencialmente prejudiciais (SILVEIRA, 2018). Portanto, inspirados na experiência do estado de Oklahoma, sugerimos as seguintes práticas regulatórias para conduzir atividades exploratórias seguras em poços não convencionais de petróleo e gás no Brasil:

- Estudo geológico detalhado das áreas-alvo do gás não convencional precisa de uma atividade prévia relevante para consolidar conhecimentos específicos, delimitar reservas potenciais e avaliar a localização e a geometria dos poços exploratórios em relação às descontinuidades geológicas (falhas, fraturas etc.). A avaliação geomecânica permitirá a definição do regime deformacional e do campo de tensão associado a essas estruturas; condições necessárias para a construção do poço; e descrição dos parâmetros a serem utilizados no fraturamento hidráulico. Esses estudos permitirão que o fraturamento hidráulico

seja realizado com segurança, reduzindo assim o potencial de impactos negativos na sociedade.

- Criação de um mecanismo para monitorar e controlar a quantidade de águas residuais (*flowback*) geradas pelos poços de petróleo e gás, a maneira como as formações são usadas para o descarte e a sismicidade. As universidades membros do projeto GASBRAS já mantêm laboratórios em todo o Brasil, que podem fornecer esse serviço de monitoramento. As empresas operadoras devem explicitar o manejo da água de *flowback* e reportar as quantidades reinjetadas mensalmente. Um nível de limite deve ser definido para cada local de descarte, embora ainda precisemos de mais dados sobre formações para estabelecê-los. Uma vez atingido este limite, as operações de descarte devem ser desativadas para esse local.
- Plano de respostas deve ser preparado para atender a qualquer evento de sismicidade que esteja acima de um nível que possa causar danos às estruturas na superfície. Esse plano de segurança deve incluir etapas para fechar os poços de descarte e quaisquer poços fraturados que provavelmente tenham contribuído para a sismicidade. O plano de resposta deve ser apresentado e aprovado como parte do processo de licenciamento ambiental.
- Estudos que averiguem a viabilidade e os benefícios de que as empresas que realizam operações de gás não convencional e descarte colaborem para criação de um Fundo para Terremotos e Impactos, como forma de garantir seguros ou ambos, para cobrir danos a terceiros que não estejam envolvidos em tais atividades. Esse fundo poderia ser estabelecido avaliando-se uma taxa por barril no descarte de água salgada, produção de gás não convencional ou ambos. Avaliações sobre a natureza, forma de administração, gestão, dentre outras questões desse Fundo, também, merecem análises e estudos.

2.2 Impactos na superfície e população vizinha

É esperada uma série de impactos nas áreas adjacentes a qualquer atividade de exploração e produção em terra. O impacto do desenvolvimento contínuo das operações de recursos não convencionais se assemelha às atividades de exploração e produção

convencionais. As estradas existentes provavelmente sofrerão um estresse adicional, devido ao transporte de equipamentos e fluidos para o fraturamento hidráulico e seu descarte. Adicionalmente, é possível que seja necessária a construção de novas estradas para permitir o acesso de veículos aos locais dos poços (ARAÚJO, 2016; CTMA/PROMINP, 2016). Já existe legislação no Brasil cobrindo parte destes aspectos, bem como indicando as entidades responsáveis. Concordamos, portanto, com as recomendações fornecidas pelo CTMA/PROMINP:

- Evitar selecionar áreas para operações de gás não convencional priorizadas para a conservação da biodiversidade;
- Considerar a compatibilidade entre os usos atuais e futuros da terra, considerando o zoneamento;
- Definir ajustes destinados a otimizar o espaço ocupado para o descarte de equipamentos e instalações (número de poços, densidade ou espaçamento de base);
- Instalar bases de poços, sempre que possível, próximo às faixas de tubulações existentes para minimizar a conversão de áreas em novas faixas de servidão para conectar poços;
- Restaurar as áreas afetadas pelas atividades de construção e desenvolvimento da produção;
- Definir programas de monitoramento e programação de inspeção pós-abandono.

Estas medidas não diferem daquelas geralmente empregadas na exploração e produção de recursos petrolíferos convencionais.

3. Políticas de Inovação, Tecnologia e Conteúdo Local

A exploração de recursos não convencionais no Brasil é uma nova fronteira empolgante e desafiadora que pode trazer melhorias significativas para o desenvolvimento dos índices sociais e da economia nacional, sendo uma maneira de promover inovações e acesso mais amplo à energia. Em uso desde o final da década de 1940 nos Estados Unidos (e desde a década de 1960 no Brasil), o fraturamento hidráulico e outras tecnologias relacionadas à exploração

de recursos não convencionais ainda são desconhecidas pela maior parte da força de trabalho brasileira, tendo em vista que praticamente não ocorreu esse tipo de atividade no país.

Entretanto, se levarmos em consideração as várias empresas que atuam em projetos de gás não convencional, como operadoras ou prestadoras de serviço de reservatórios não convencionais, com experiência internacional mas que não atuam no Brasil com tal atividade, é necessário que ocorra a facilitação da mobilização e uso de tecnologias, equipamentos e os conhecimentos necessários ao desenvolvimento da atividade no Brasil, mormente se considerarmos a intensa atividade desenvolvida na Argentina. Como forma de facilitar a disseminação do conhecimento disponível, sugerimos implementar um projeto para compilar e organizar resultados atuais e futuros de estudos acadêmicos e projetos-piloto em uma biblioteca de referência digital para uso de autoridades governamentais, acadêmicos, potenciais investidores e outras partes interessadas.

4. Requerimentos Fiscais Mínimos e Incentivos

A ausência de informações é prejudicial para a formulação de políticas e regulamentos relevantes para projetos não convencionais. Assim, ainda precisamos obter uma quantidade significativa de dados sobre formações de gás não convencional, para entender sua composição e estrutura e promover a exploração segura de tais reservas. Para desbloquear o potencial de recursos de gás não convencional, propomos as seguintes ações:

- A ANP deve estabelecer um regime de royalties apropriado para a produção não convencional de petróleo e gás em terra. Deve-se levar em consideração o risco de tais projetos, uma vez que ainda há pouco conhecimento sobre essas formações no Brasil e sua potencial lucratividade para os investidores. Sugerimos um regime especial para a eventual produção de projetos-piloto, que buscam remover parte da atual incerteza;
- Estudos para analisar os benefícios de criação de um Fundo de Pesquisa Acadêmica coordenado por instituições de pesquisa brasileiras para subsidiar estudos com experiência apropriada, por exemplo, pelo menos 50% de todos os pesquisadores envolvidos devem ser mestres ou doutorandos. Entre os projetos iniciais, o Fundo poderia apoiar a perfuração de poços piloto, liderados pela equipe GASBRAS, juntamente com parceiros privados, que complementariam os custos de CAPEX e OPEX;

- Este Fundo poderia estar sob administração da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) para apoiar outras atividades do GASBRAS e outros eventos similares. Nesse sentido, a Rede poderia ser institucionalizada para se tornar um projeto de referência e agregar mais Universidades e centros de pesquisa;
- Destinação de pelo menos 25% dos royalties arrecadados para serem divididos igualmente entre o Fundo de Pesquisa Acadêmica acima mencionado e o Fundo de Terremotos e Impactos, sugerido neste Protocolo.

5. Regulações Locais e Obrigações

Uma das opções para o desenvolvimento de gás não convencional no Brasil é possibilitar que cada campo seja microgerido de maneira diferente, ao invés de ser gerenciado por uma estrutura regulatória prescritiva. Devido ao uso intensivo da superfície em operações de gás não convencional, a necessidade de regulamentação do uso da terra no município deve ser considerada. Entretanto, caberia ao governo federal a regulamentação de saúde, segurança e meio ambiente, em benefício da uniformidade ideal, ao mesmo tempo em que permite certa flexibilidade na condução das operações de gás não convencional e reduz os atrasos e os custos associados à burocracia desnecessária. Nesse sentido recomendamos que:

- A ANP deve estabelecer regras regulatórias que permitam alguma flexibilidade e diretrizes específicas para projetos piloto, a fim de facilitar a avaliação dos recursos de gás não convencional do Brasil, consistentes com a proteção da saúde, segurança e meio ambiente;
- A promoção de um fórum ou canal de comunicação para lidar com o conflito de interesses entre as competências federal e local (estadual e municipal). Os formuladores de políticas e legisladores devem esclarecer a precedência das restrições impostas à exploração não convencional e ao uso de fraturamento hidráulico;
- Incentivos devem ser fornecidos para usos específicos do gás natural produzido a partir de fontes não convencionais. Se o gás puder ser consumido próximo à localização das reservas, os impactos sobre a área de superfície e a necessidade de infraestrutura de transporte (caminhões e tubulações) poderão ser

minimizados. Um exemplo potencial para esse uso local pode ser o uso de gás não convencional em uma usina de ciclo combinado próxima construída para este propósito;

- Também, recomendamos estudos sobre políticas públicas que promovam e estimulem a manutenção do desenvolvimento e crescimento econômico e de oferta de energia após a finitude dos recursos.

A rigor, sendo os recursos petrolíferos bens da União e sendo sua competência legislar sobre petróleo, gás e energia federal, a proibição local da exploração de gás não convencional somente poderia ser amparada em peculiaridades locais devidamente justificadas. Caso não haja tal peculiaridade, eventual norma proibitiva local deve ser afastada.

Referências:

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 21, DE 10.4.2014 - DOU 11.4.2014. Brazil, 2014. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/Artigos/dados_tecnicos/resolucoes/ResolucaoANP_71-2014.pdf

ARAÚJO, Renata Rodrigues. Aspectos regulatórios e institucionais do desenvolvimento de gás não convencional: uma análise comparativa entre Brasil e Estados Unidos. [S. l.], p. 314, 2016.

ATKINSON, G. M. et al. Hydraulic fracturing and seismicity in the western Canada sedimentary basin. *Seismological Research Letters*, v. 87, n. 3, p. 631–647, 2016.

BLATTLER, Stephanie. 2017. A REGULAÇÃO DIANTE DE INCERTEZAS CIENTÍFICAS: Um estudo sobre a possibilidade de exploração e produção de shale gas no Brasil . Rio de Janeiro. [S. l.], 2017.

CTMA/PROMINP. Aproveitamento de Hidrocarbonetos em Reservatórios não convencionais no Brasil. Brasília: Comitê Temático de Meio Ambiente, Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural, 2016.

LIMA, Átila Campos De; ANJOS, José Ângelo Sebastião Araujo Dos. Shale Gas: Riscos Ambientais De Sua Produção Para O Brasil *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 2015. DOI: 10.19177/rgsa.v4e02015167-180.

MEDEIROS, Gabriela. Justiça libera contratos da 12a Rodada. 2020. Disponível em: <https://petroleohoje.editorabrasilenergia.com.br/justica-libera-contratos-da-12a-rodada/>.

Acesso em: 19 nov. 2020.

MIRANDA, Mariana Fernandes; COSTA, Hirdan Katarina de Medeiros. 2019. Relevância do gás natural na matriz energética brasileira e os reservatórios não convencionais. [S. l.], [s.d.].

MME. REATE 2020 Plano Integrado de Ação do Programa de Revitalização das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em Áreas Terrestres. [s.l.] : Ministério de Minas e Energia, 2019.

MURRAY, K. E. State-scale perspective on water use and production associated with oil and gas operations, Oklahoma, U.S. Environmental Science and Technology, v. 47, n. 9, p. 4918–4925, 2013.

SILVEIRA, Evanildo Da. Brasil tem, sim, terremotos - e há registro até de tremor com “pequenos tsunamis”. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43671313>. Acesso em: 19 nov. 2020.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY; SHERROD, Brian. Induced Seismicity Issues Oklahoma CityOil & Gas Conservation Division, Oklahoma Corporation Commission, , 2016.