

Análise da Legislação Existente e Considerações sobre a Regulação de Recursos Hídricos Referente ao Gás Não Convencional

Existing Legislation Analysis and Considerations on Water Resources Regulation concerning Unconventional Gas

DOI:10.34117/bjdv7n8-454

Recebimento dos originais: 07/07/2021

Aceitação para publicação: 02/08/2021

Hirdan K. M. Costa

Pesquisadora Visitante PRH 33.1. Pós-Doutora, Doutora e Mestre em Energia pelo Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PPGE/USP)
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010
E-mail: hirdan@usp.br

Mariana F. Miranda

Mestre em Energia pelo PPGE/USP
Graça Couto Advogados
Praça Santos Dumont, 70, 1º andar, Gávea | 22470-060
E-mail: mmiranda@gcouto.com.br

Paulo Negrais Seabra

Doutor em engenharia química, pelo Programa de Engenharia Química da COPPE/UFRJ
Consultor independente
Rua Viúva Lacerda 249, bloco 2/105, Bairro Humaitá - Rio de Janeiro, RJ, 22261-050
E-mail: negrais2010@gmail.com

Clarissa E. Leão Lima

Bacharel em Direito, pela Escola de Direito da Fundação Getulio Vargas
Advogada de Energia no escritório Rolim Advogados
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010
E-mail: clarissa.leaolima@gmail.com

Thiago L. Felipe Brito

Doutor em Ciências da Energia pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo
Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP)
Rua Dos Gusmões, 199, Bairro Sta Ifigênia - São Paulo, SP, CEP: 01212-001
E-mail: thiagobrito@usp.br

Edmilson Moutinho dos Santos

Professor Associado do Instituto de Energia e Ambiente
Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010
E-mail: edsantos@iee.usp.br

RESUMO

A atividade de exploração e produção de gás não convencional demanda disponibilidade hídrica. A legislação federal sobre recursos hídricos no Brasil apresenta uma série de regras para o uso da água, seja pela prioridade, seja pela outorga e cobrança. No âmbito estadual, a questão hídrica também é tutelada e possui legislação própria. Ademais, especificamente, a Resolução ANP 21/2014 estabelece que a água deve ser preferencialmente de fontes inadequadas ao consumo humano. O objetivo desse artigo, portanto, é analisar a estruturação da legislação de recursos hídricos no país relativamente ao uso para a produção de gás não convencional, com possibilidade de construção de propostas para conciliação da atividade e da obediência aos parâmetros ambientais. A metodologia é qualitativa e analítica com uso de método de revisão da literatura, por meio de análise comparativa da legislação brasileira e dos estados de Texas e Oklahoma, para servir como parâmetro de aplicação. Como resultado, aponta-se que a definição dos contornos da regulação do uso de recursos hídricos na produção de gás não convencional deve abrigar gestão de risco e de planejamento adequado a subsidiar o licenciamento dessa atividade.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Disponibilidade hídrica, Gás não convencional, Regulação.

ABSTRACT

A non-conventional gas exploration and production activity demands water availability. The federal legislation on water resources in Brazil presents a series of rules for the use of water, it has a priority, it must be out of order and collectively. At the state level, the water matter is also protected and has its own legislation. In addition, Resolution ANP 21/2014 establishes that the water must preferentially be from sources unsuitable for human consumption. Therefore, the objective of this article is to analyze the structure of the water resources legislation in the country relative to the use of non-conventional gas production, with the possibility of constructing proposals for conciliation of activities and compliance with environmental parameters. A qualitative and analytical methodology with the use of a literature review method, by means of comparative analysis of the Brazilian legislation in two states of Texas and Oklahoma, to serve as an application parameter. As a result, it is agreed that the definition of two contours of the regulation of the use of water resources in the production of non-conventional gas must include management of the risk and of planning suitable for subsidizing or licensing of this activity.

Keywords: Water resources, Water availability, Unconventional gas, Regulation.

1 INTRODUÇÃO

A Agência de Informação de Energia (EIA) do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América (EUA), em 2013, apresentou relatório sobre o potencial de gás e óleo não convencionais em 41 países, avaliando 95 bacias de folhelho (Araújo et al., 2018). Essa avaliação mundial classificou o Brasil como a décima maior reserva de gás de folhelho no mundo, analisando o potencial das bacias do Paraná, de Solimões e do

Amazonas, chegando à previsão de 245 trilhões de pés cúbicos (TCF) (aproximadamente 6,94 trilhões de metros cúbicos) (MIRANDA; COSTA, 2021).

De acordo com o PROMINP, existe a possibilidade de produção de até 156 TCF de recursos de gás não convencional até 2050, correspondentes a volumes recuperados esperados nas bacias terrestres de São Francisco, Recôncavo, Parnaíba, Parecis, Paraná, Potiguar, Amazonas e Solimões (PROMINP, 2016).

Os relatórios de 2017 e 2019 do Programa de Revitalização da Atividade de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em Áreas Terrestres (REATE) indicam ser oportuno retomar as discussões de técnicas de exploração e produção de recursos petrolíferos de baixa permeabilidade (não convencionais) no Brasil (MME, 2020; SILVA et al., 2020).

Dessa forma, observa-se o interesse estratégico da produção de gás natural não convencional no país. Contudo, muitas são as barreiras existentes, o que demanda análises e propostas com vistas a construção de soluções que considerem a avaliação dos impactos ambientais e respectivas medidas para uma exploração e produção seguras. Assim, a estrutura regulatória para essas operações deve ser robusta em termos de avaliação de riscos, transparência e participação do público no processo de tomada de decisão.

O fraturamento hidráulico é um componente essencial de operações bem-sucedidas de folhelho. E a questão da disponibilidade hídrica é crucial, por exemplo, 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 ambiental, que, se a água potável for usada, ela não deve comprometer o abastecimento das comunidades. Sendo assim, o objetivo desse artigo é analisar a legislação nacional de recursos hídricos e discutir sobre o seu uso no tocante aos recursos não convencionais.

A metodologia será qualitativa e analítica com uso de método de revisão da literatura, assim como da regulação comparativa americana, com o intuito de se buscar ressaltar alguns pontos de lição para aplicação no Brasil. Para tanto, no tópico 2 são brevemente detalhados os riscos e impactos em relação à água nos casos de gás não convencional; no item seguinte, apresenta-se a legislação federal referente aos recursos hídricos; nos itens 4 e 5, analisam-se as regras de uso de recursos hídricos no âmbito dos estados de São Paulo e do Paraná. Na seção 6, são descritos e comentados procedimentos em tese aplicáveis para poço piloto. No item 7, a regulamentação da ANP é destacada.

No tópico 8, a experiência do Texas e de Oklahoma são mostradas e analisada. E o último item traz as considerações finais.

2 RISCOS E IMPACTOS EM RELAÇÃO À ÁGUA NOS CASOS DE GÁS NÃO CONVENCIONAL

A necessidade de fraturamento hidráulico em exploração não convencional requer grandes volumes de água. Há estudos que indicam a necessidade de 10 a 17 milhões de litros de água para a perfuração e fraturamento hidráulico de um poço (IEA, 2011; US EPA, 2011). Como há mistura dessa água com propantes e substâncias químicas fica reduzida a quantidade que pode ser recuperada (NETL, 2014). Apesar da baixa quantidade de fluido de fraturamento lançado no poço, esse fluido chega a conter 750 produtos químicos e outros componentes. Alguns deles não trazem riscos de danos, como sal e ácido cítrico, mas outros são tóxicos, incluindo benzeno, tolueno, etilbenzeno e Xilenos - BTEX (NETL, 2014).

O descarte inadequado dessa água após o retorno à superfície pode gerar contaminação. Ainda, quanto à quantidade de água, note-se que os volumes utilizados são altos, mas relativamente pequenos se comparados com aqueles necessários para a produção de outros energéticos. Considerando os valores de um poço típico de gás de folhelho nos EUA (de Barnett), a quantidade de água utilizada para produzir o gás representa 0,05% da água necessária para produzir a mesma energia equivalente de etanol (Araújo et al., 2018)¹.

Há incerteza científica quanto ao risco de contaminação dos lençóis freáticos causado pelas operações de fraturamento hidráulico. Especialistas acreditam que é pouco provável que a mistura de água possa contaminar os aquíferos diretamente através do processo de perfuração se esta for executada de acordo com os padrões de qualidade exigidos, pois os lençóis freáticos estão localizados a cerca de 300 m de profundidade, enquanto o fraturamento ocorre, em geral, a uma profundidade de 1.800 m a 3.000 m (US EPA, 2011; IEA, 2011).

¹ Segundo Araújo et al. (2018). “[U]m típico poço de gás de folhelho da Barnett produz aproximadamente 2,65 bilhões de pés cúbicos de gás (75 milhões m³) ao longo de sua vida útil, a quantidade de água usada para produzir este gás é de aproximadamente 5,6 litros para cada milhão de Unidades Térmicas Britânicas (mmBtu). Isto representa menos de 20% do volume de água necessária para produzir 1mmBtu de carvão já pronto para queimar numa central termelétrica, ou ainda, 0,05% da água necessária para produzir a mesma energia equivalente de etanol”.

3 LEGISLAÇÃO FEDERAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Como ressaltado por Xavier e Bezerra (2005, p. 7), a gestão integrada dos recursos hídricos precisa equilibrar a abordagem tecnológica dos problemas da água, tanto aqueles de natureza quantitativa e qualitativa, quanto os dentro da seara jurídica, regulatória e institucional. Políticas públicas nesse setor devem ser formuladas em prol do desenvolvimento sustentável, social e da proteção do meio ambiente, conforme preceito constitucional (COSTA; MUSSARA, 2021). As políticas de uso dos recursos hídricos precisam estar concatenadas às diversas políticas setoriais, como agrícola, uso do solo, saúde pública, geração de energia, abastecimento etc., enfim, com a transversalidade que leve em consideração os ecossistemas e as estruturas socioeconômicas (XAVIER; BEZERRA, 2005, p. 8), seguindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (YAMASHITA et al., 2020).

De fato, o tema recursos hídricos encontra espaço na Constituição Federal de 1988. São bens da União “*os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham*” (art. 20, III), sendo todos os demais recursos hídricos superficiais os subterrâneos bens estaduais (art. 26, I).

A sua gestão é de competência da União (art. 21, XIX) e dos Estados. Entretanto, é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, a proteção ao meio ambiente e registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios (art. 23, VI e XI).

Do ponto de vista legislativo, é competência da União legislar sobre águas (art. 22, IV) e concorrente da União com os Estados legislar sobre “conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição” (art. 24, VI). Os parágrafos terceiro e quarto do art. 24 da CF, apresentam a competência suplementar, que autoriza os Estados a complementar a legislação federal de competência concorrente, ou mesmo a disciplinar toda a matéria, no caso de ausência de lei federal.

Dessa maneira, registra-se que no país, em 1997, foi editada a Lei nº 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O órgão responsável primordialmente pela gestão das águas no nível federal é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Criada pela Lei 9.984/00, é responsável tanto pelo atendimento aos objetivos e diretrizes da Lei 9.433/97, quanto pelo

cumprimento de etapas importantes do novo marco legal do saneamento básico, a Lei 14.026/20, incluindo o abastecimento de água.

A gestão dos recursos hídricos deve ser feita de forma descentralizada, congregando as diversas esferas do Poder Público envolvidas no sistema de recursos hídricos e meio ambiente (JUNIOR, 2021) (XAVIER; BEZERRA, 2005).

Nessa linha, nos próximos itens, examinam-se as legislações dos estados de São Paulo e do Paraná para ao final se tecer considerações sobre a legislação e uso da água para exploração de gás não convencional.

4 LEGISLAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE RECURSOS HÍDRICOS

No estado de São Paulo, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi estabelecida pela Lei 7.663/1991, que traz como diretrizes o uso prioritário para o abastecimento das populações, proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro e conservação e proteção das águas subterrâneas contra a poluição e super exploração² (art. 4, I, III e VI).

Ainda nos termos dessa Lei, a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, e a execução de obras ou serviços que alterem seu regime, qualidade ou quantidade, dependerão de prévia manifestação, autorização ou licença dos órgãos e entidades competentes (art. 9), sendo a outorga cabível para a derivação ou utilização de recursos hídricos (art. 10). A outorga é detalhada e regulada pelo Decreto 63.262/18.

O órgão responsável pelo planejamento da gestão de recursos hídricos e por emitir outorgas no Estado é o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos é estabelecido pela Lei 16.337/16, que dividiu o Estado de São Paulo em 22 (vinte e duas) unidades hidrográficas denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs³.

Nessa sistemática de gestão das águas têm relevância os Comitês de Bacias Hidrográficas, órgãos colegiados (com representantes do poder público e da sociedade), consultivos e deliberativos de nível regional (art. 37 e seguintes da Lei Federal 9.433/97). Em São Paulo, compete aos Comitês, dentre outras atribuições, aprovar a proposta do plano de utilização, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos da unidade

² A Lei Estadual 6.134/88 dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

³ Mapa disponível em: http://www.igc.sp.gov.br/produtos/arquivos/IGC_UGRHI_2014.jpg

de gerenciamento de recursos hídricos, em especial o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderantes (art. 26).

Registre-se que o Comitê de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema, em 2014, emitiu manifestação contrária ao início de qualquer trabalho visando à exploração de gás não convencional no âmbito da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 (UGRHI-22 - Pontal do Paranapanema) – Moção CBH-PP 4/14. Tal UGRHI estaria próxima ao Bloco PART-T-218.

Dentre outras normas de interesse para o tema, tem-se a Lei Estadual 12.183/05, que disciplina a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do estado de São Paulo, e a Resolução SIMA 86/20, que regulamenta os procedimentos para a integração das autorizações, alvarás de licenças e licenças ambientais com as outorgas, declarações e cadastros de uso e interferências em recursos hídricos.

5 LEGISLAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ DE RECURSOS HÍDRICOS

No estado do Paraná, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei 12.726/99, que estabelece o uso múltiplo das águas como um objetivo da gestão dos recursos hídricos (art. 2, IV).

Tal Lei disciplina a outorga de direitos de uso de recursos hídricos cabível para captação ou extração de água superficial ou subterrânea para insumo de processo produtivo e outros usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água ou o leito e margem de corpos de água (art. 13, I, II e VI). A outorga é regulamentada pelo Decreto 9.957/14⁴ (SUDERHSA, 2006).

O órgão responsável pelo planejamento da gestão de recursos hídricos e por emitir outorgas no Estado é o Instituto Água e Terra (Lei 20.070/19).

A Lei 12.726/99 estabelece um Capítulo para a proteção dos depósitos de águas subterrâneas (Capítulo VII – art. 26 e seguintes). Prevê expressamente que a implantação de projetos de irrigação ou de outros, que dependam da utilização de águas subterrâneas ou que sobre elas possam causar impacto relevante, deverá ser precedida de estudos hidrogeológicos para avaliação do potencial de suas reservas hídricas e para o correto dimensionamento das vazões a serem extraídas, sujeitos à prévia aprovação dos órgãos competentes (art. 28).

⁴ A respeito, veja-se também o Manual Técnico de Outorgas da SUDERHSA. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/manual_outorgas_suderhsa_2006.pdf

Como órgãos de destaque na gestão de recursos hídricos no estado do Paraná tem-se o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR) e os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH).

6 PROCEDIMENTOS EM TESE APLICÁVEIS PARA POÇO PILOTO

Considerando o exposto, independentemente do licenciamento ambiental da atividade de perfuração, o uso (e mesmo o reuso) da água obedecerá a procedimentos e regras próprias.

Em princípio, de forma geral, a captação ou a derivação de água necessária para a perfuração horizontal depende da outorga de uso de recursos hídricos, que avaliará especialmente a disponibilidade hídrica e a possibilidade de captação. O órgão competente para a concessão da outorga variará conforme o local da captação (*i.e.*, se de um corpo hídrico federal ou estadual).

De forma assemelhada, o lançamento de água utilizada na perfuração em corpos hídricos naturais dependerá (i) de tratamento adequado e (ii) de autorização para despejo de efluentes da produção.

Ainda, por se tratar de técnica com algum grau de inovação e de incertezas associadas a riscos de impactos ambientais negativos aos corpos hídricos, é recomendável que sejam envolvidos (comunicados e ouvidos) órgãos de gestão das águas com participação social, como os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs).

Cabe ponderar que, no caso de o projeto de um poço piloto ter influência na Bacia do Rio Paraná e do Rio Paranapanema, seria também recomendável levar o tema às respectivas salas de crise instituídas pela ANA (2021) para lidar com eventos hidrológicos críticos, como secas e cheias⁵.

7 DA REGULAMENTAÇÃO DA ANP SOBRE O USO DE ÁGUA

A título de esclarecimento, a Resolução ANP 21/2014 define no art. 3º o que se segue:

Art. 3º O Sistema de Gestão Ambiental deverá conter um plano detalhado de controle, tratamento e disposição de Efluentes Gerados provenientes das

⁵ A respeito, estão em funcionamento as salas de crise da hidrovía Tietê-Paraná e do Paranapanema (vide <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/eventos-criticos>, acesso em 20.04.21).

atividades de perfuração e Fraturamento Hidráulico em Reservatório Não Convencional.

Parágrafo Único. A água utilizada deverá ser preferencialmente Efluente Gerado, água imprópria ou de baixa aceitação para o consumo humano ou dessedentação animal, ou água resultante de efluentes industriais ou domésticos, desde que o tratamento a habilite ao uso pretendido.

Percebe-se, então, uma diretriz desde logo sobre qual o tipo de recurso hídrico desejado para a realização do fraturamento no país, isto é, a Agência Reguladora recomenda a utilização de efluentes.

No artigo 7º dessa Resolução, ainda, tem-se que:

Art. 7º Para que a ANP aprove o Fraturamento Hidráulico em Reservatório Não Convencional, o Operador deverá garantir, por meio de testes, modelagens, análises e estudos, que o alcance máximo das fraturas projetadas permaneça a uma distância segura dos corpos hídricos existentes, conforme as Melhores Práticas da Indústria do Petróleo.

§ 1º Fica vedado o Fraturamento Hidráulico em Reservatório Não Convencional em poços cuja distância seja inferior a 200 metros de poços de água utilizados para fins de abastecimento doméstico, público ou industrial, irrigação, dessedentação de animais, dentre outros usos humanos.

Dessa forma, através da redação desse artigo, é possível refletir especificidades e atenção dada à segurança em relação às operações de perfuração de poço que poderão interferir no uso de corpos hídricos e, até mesmo, quanto à garantia de não contaminação desses recursos.

8 A REGULAMENTAÇÃO DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NOS ESTADOS DO TEXAS E DE OKLAHOMA

De 1821 datam as primeiras atividades de exploração de reservatórios de folhelhos nos EUA, especificamente no estado de Nova Iorque (Ground Water Protection Council, 2009). Todavia, apenas no início do século XXI o fraturamento hidráulico cresceu com robustez nos EUA (Ground Water Protection Council, 2009). Em 2019, estimativas apontam que os recursos tecnicamente recuperáveis de gás de folhelho dos EUA sejam da ordem de 10 trilhões de m³ (353 trilhões de ft³), chegando a quase 70% do total de gás natural (US EIA, 2021a).

A produção de gás não convencional utilizando o fraturamento hidráulico ocorre em 13 estados americanos (US EIA, 2021b). Em 2019, a produção de gás não convencional correspondeu a 786,4 bilhões de m³, aproximadamente 68% do total de gás (US EIA, 2021c). Os principais estados produtores de gás de folhelho nos Estados Unidos

são: Texas (210,68 bilhões de m³); Pensilvânia (192,05 bilhões de m³); Ohio (72,43 bilhões de m³); Luisiana (71,30 bilhões de m³); Virginia Ocidental (54,11 bilhões de m³); Oklahoma (42,45 bilhões de m³); Novo México (31,18 bilhões de m³); Dakota do Norte (29,53 bilhões de m³); Arkansas (13,43 bilhões de m³) (US EIA, 2021b).

Dentro dos objetivos desse artigo, concentrou-se a análise do gerenciamento de águas nos estados do Texas e de Oklahoma, respectivamente, primeiro e sexto maiores produtores de gás natural de reservatórios não convencionais dos EUA.

Em regra, a propriedade dos recursos minerais no subsolo dos EUA é do dono da parcela de terra em que se encontra, porém existem casos da legislação específica que definem essa propriedade para tribos indígenas, estados e governo federal (COSTA; ARLOTA, 2019). A propriedade dos estados americanos varia de estado a estado. O Texas, por exemplo, apresenta poucas propriedades estaduais e federais em seu território (ARAÚJO, 2016).

A maioria dos riscos associados à exploração do gás de folhelho não é específica, sendo parte integrante de qualquer operação de perfuração de poços de petróleo e gás. Contudo, a maior diversidade de produtos químicos, o volume de água captada consideravelmente superior e a maior pressão exercida sobre o tubo de revestimento do poço conferem à operação de gás de folhelho uma gestão de risco mais apurada (KANSAL, 2012; ARAÚJO, 2016).

As três principais fontes de água para fraturamento hidráulico nos EUA são águas superficiais (ou seja, rios, córregos, lagos e reservatórios), águas subterrâneas e águas residuais de fraturamento hidráulico reutilizadas (MAUPIN et al., 2014). A opção de coleta de água vai depender de sua disponibilidade no entorno da locação e de leis e regulações federais e estaduais pertinentes. Em 2010, 58% do consumo americano de água potável provinha de mananciais superficiais e 42% de recursos subterrâneos. Conforme dados de 2010, a maioria da população (86%) nos EUA depende de suprimento de água potável de sistemas públicos (MAUPIN et al., 2014).

Existe um grande arcabouço legal federal que impacta a gestão de água na atividade de exploração de gás de folhelho, que inclui a Lei da Água Potável (*Safe Drinking Water Act - SDWA*), a Lei da Água Limpa (*Clean Water Act - CWA*), a Lei de Recuperação e Conservação de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act - RCRA*), entre outras (ARAÚJO, 2016).

A Lei da Água Potável (SDWA), promulgada em 1974, visa proteger a qualidade da água potável nos EUA. Ela estabelece níveis máximos de contaminantes na água

potável e seu respectivo controle e supervisão (ARAÚJO, 2016). Inclui também os recursos hídricos subterrâneos, o que tem influência na operação de fraturamento hidráulico, quando se pensa no descarte da água produzida em poços de injeção subterrâneos (ARAÚJO, 2016).

A Lei da Água Limpa (CWA), criada em 1970, regulamenta o descarte de poluentes nas águas superficiais nos EUA e determina os seus padrões de qualidade (ARAÚJO, 2016). Ela autoriza a Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos (*US Environmental Protection Agency - US EPA*) a implantar programas de controle de poluição, definindo padrões de águas de descartes para a indústria e estabelecendo normas de qualidade de água para todos os contaminantes em corpos hídricos superficiais (ARAÚJO, 2016). A CWA também dispõe sobre a gestão de descarte de efluentes gerados durante a construção e operação de poços de petróleo e gás e exige das operadoras licenciamento. Proíbe o descarte de poluentes em corpos d'água sem obtenção de uma autorização, o que pode incluir o descarte da água de retorno (ARAÚJO, 2016).

O programa de licenciamento *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES), criado em 1972 pela Lei da Água Limpa, controla os descartes de fontes pontuais em corpos d'água superficiais (ARAÚJO, 2016). Ele tem a autorização da US EPA para que os governos estaduais realizem muitos aspectos de licenciamento, administrativos e de fiscalização do programa (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2021). Os locais de produção de gás natural ou instalações comerciais que lidam com o descarte ou tratamento de água de retorno na extração de gás devem obter licenças se pretendem descartar este diretamente em águas superficiais (MOKHATAB; POE, 2012).

No Texas, a US EPA emite licenças NPDES em terras tribais e em águas federais na costa do Golfo do México. Todas as outras licenças são emitidas pela *Texas Commission on Environmental Quality*. Na Pensilvânia, a US EPA delegou a emissão das licenças da NPDES ao *Pennsylvania Department of Environmental Protection* (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2021).

Nos últimos anos, a US EPA aprovou várias normas e políticas sob a CWA mirando diretamente as atividades de exploração e produção de óleo e gás e do fraturamento hidráulico (WATSON, 2012). O Congresso americano isentou certos aspectos das atividades de petróleo e gás da proteção da CWA. Entre os aspectos isentados, está a não necessidade dos operadores de obter autorização para descargas de águas pluviais não contaminadas de operações de exploração, produção, processamento

ou tratamento de petróleo e gás ou instalações de transmissão. Esta isenção se aplica quando o escoamento não é contaminado pelo contato com matérias-primas ou resíduos (MOKHATAB; POE, 2012).

A Comissão Ferroviária do Texas (*Texas Railroad Commission*) tem jurisdição sobre todos os poços de petróleo e gás no estado, enquanto a Comissão da Qualidade Ambiental do Texas (*Texas Commission on Environmental Quality*) se limita à regulação da qualidade do ar e da apropriação e utilização de águas superficiais, além da emissão de licenciamento (BRADY, 2012). No caso de Oklahoma, a Comissão Corporativa de Oklahoma (*Oklahoma Corporation Commission - "OCC"*) é o agente competente para regular as operações na indústria do petróleo e do gás natural, inclusive, em sede de fraturamento hidráulico.

Em muitos estados americanos há regulação que restringe o local onde os poços serão instalados e requer análises da água subterrânea que se encontra na influência da operação de perfuração, antes do seu início. O afastamento do poço de gás não convencional em relação a corpos d'água é amplamente regulado (ARAÚJO, 2016).

O Texas exige no poço revestimento de superfície, e a camada mais externa do revestimento deve ser cimentada em todo percurso até a superfície, o que corresponde à recomendação do *American Petroleum Institute* (ARAÚJO, 2016).

No estado de Oklahoma, o Título 165 do *Oklahoma Administrative Code* (OAC), destina-se a operações de petróleo e gás natural, possuindo, dentre essas, regras impostas ao fraturamento hidráulico. Nessa linha, o capítulo sobre *Underground Injection Control* demanda a apresentação de informações que comprovem que a injeção na zona proposta não iniciará fraturas que atinjam estratos sobrejacentes, levando a possibilidade de invasão do fluido de injeção ou fluido de formação nos estratos de água doce. Essa disposição traz o tamanho mínimo da espessura que será necessária, considerando a taxa de injeção de fluido do projeto, para garantir a proteção aos recursos hídricos. (ELAWS.US, 2021a).

Além dos requisitos de construção de poço, o subcapítulo *Well completion operations* do OAC estabelece que os poços em comercial devem cumprir os seguintes requisitos, entre outros: i) o revestimento de superfície deve ser definido e cimentado a pelo menos cinquenta 50 pés (15 metros) abaixo da base da zona de água tratável; ii) o revestimento de produção deve ser definido e cimentado através da zona de injeção com o cimento atrás do revestimento a uma altura de pelo menos duzentos e cinquenta 250 pés (76 metros) acima da zona de descarte, que deverá ser aprovado pela Comissão antes

da utilização do poço para injeção ou descarte; iii) o *packer* deve ser colocado a pelo menos 75 pés do topo da perfuração e deve ser revestido internamente com aço inoxidável; iv) medidores devem ser colocados para permitir o monitoramento da operação de descarte; v) a tubulação deve ser revestida internamente ou forrada para evitar a corrosão dos fluidos injetados, PVC, plástico revestido, aço inoxidável ou fibra de vidro são alternativas apresentadas. (ELAWS.US, 2021).

A maior parte dos estados americanos estabelece um mínimo obrigatório para a profundidade do revestimento e cimentação do poço de produção. Contudo, alguns estados avaliam caso a caso ou optam por regulação baseada em desempenho. Este é o caso do estado do Texas que exige a garantia de que a cimentação seja suficiente para evitar a migração de fluidos para águas subterrâneas (ARAÚJO, 2016).

Captação de água de superfície e subterrânea para fraturamento hidráulico é regulada na maioria dos estados americanos. O estado do Texas exige uma autorização para a captação de água de superfície, mas não de recursos hídricos subterrâneos. Exige também relatório do volume total de água utilizada (ARAÚJO, 2016).

Na maioria dos estados americanos, salvo em poucos casos, o volume de água utilizado no fraturamento hidráulico é relativamente pequeno se comparado ao uso e disponibilidade totais (US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2016). Segundo a US EPA (2016), o leste americano é mais dependente de fontes de água de superficiais que o oeste árido e semiárido, onde o suprimento de água é oriundo tanto por mananciais subterrâneos como superficiais.

Um tema de muita controvérsia nos EUA é sobre a divulgação de informações das composições dos fluidos de fraturamento utilizados. A Lei de Água Potável (SDWA) autoriza os estados a regularem a injeção subterrânea de fluidos, sob a supervisão da US EPA. A aplicação da SDWA para fluidos de fraturamento requer inspeção, monitoramento de registro e relatórios por parte dos reguladores estaduais, o que na prática exigiria a divulgação da composição do fluido de fraturamento. A emenda de 2005 à SDWA exclui os fluidos de fraturamento destas exigências. Contudo, muitos estados têm divulgados as informações sobre a composição em um banco de dados na internet – FracFocus - que foi financiado pelo Departamento de Energia americano (FRACFOCUS, 2021). O Texas exige algum tipo de divulgação sobre a formulação do fluido de fraturamento. O Texas foi o primeiro estado dos EUA a impor a disponibilização pública no site FracFocus, com exceção de algumas informações confidenciais, para todos os poços com licença de perfuração emitida a partir de 1 de fevereiro de 2012 (ARAÚJO,

2016). No caso de Oklahoma, o Capítulo 10 do Título 165 do OAC, também impõe a publicação das componentes constantes no fluido de fraturamento hidráulico no FracFocus em até 60 dias após a conclusão das operações de fraturamento hidráulico.

A Lei de Água Limpa exige licenças para descarte de efluentes líquidos gerados para os operadores de gás de folhelho, sendo que as normas são geralmente implantadas por agências estaduais. O Texas segue as diretrizes da US EPA, requerendo licença para os operadores, conforme requisitos da SDWA (WISEMAN, 2012; ARAÚJO, 2016).

Texas possui regulamentos que exigem que os líquidos efluentes gerados nas operações de exploração e produção de gás não convencional sejam armazenados temporariamente até a definição do seu destino. O *flowback*, a água produzida e os vazamentos de fluidos de fraturamento são as correntes prioritárias a serem armazenados. Existem diversos sistemas de armazenamento disponíveis para os operadores, variando de estado a estado, e dependendo do tipo e composição do efluente líquido. Os fluidos são mais comumente armazenados em tanques fechados ou em lagoas de contenção abertas.

Texas e Oklahoma regulam e orientam como as lagoas de contenção devem ser construídas. Os itens regulados variam para cada estado, sendo os mais importantes a borda livre e a impermeabilização do fundo (ARAÚJO, 2016).

Alguns estados estabeleceram padrões de desempenho quanto ao desempenho da condutividade hidráulica do fundo da lagoa de contenção. O Texas regula a impermeabilização em seus processos de licenciamento (TEXAS RRC, S.D.). A API estabeleceu um guia de melhores práticas para armazenamento temporário de efluentes em lagoas de contenção que leva em conta o tipo de líquido, tempo de armazenamento e as características do solo, o que pode levar a necessidade de colocação de uma manta impermeável para evitar infiltração no subsolo (API, 2010).

Há diversas opções de descarte de resíduos líquidos do faturamento hidráulico. Um deles é o descarte em poços de injeção subterrâneos Classe II, dentro de uma classificação estabelecida pela US EPA para poços sumidouros, o que é permitido no Texas.

O reuso do efluente líquido é uma opção que tem sido usado relativamente pouco nos EUA. Um levantamento de literatura realizado em 10 estados, bacias ou “plays”, mostrou que o reuso foi empregado em torno de 5% das perfurações, entre 2008 e 2014. (US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2016). No caso de Oklahoma, o OAC traz seção específica sobre a possibilidade de reciclagem e uso de *produced water*,

que demanda autorização específica – sem a qual o agente poderá receber multa de até US\$ 500,00 – e que possui finalidades específicas, que devem ser de superfície.

Segundo Scanlon *et al.* (2020), as projeções para os principais reservatórios não convencionais localizados em climas semiáridos dos Estados Unidos, estima-se a geração de volumes maiores de água de retorno do que aqueles que poderiam ser necessários para serem reutilizados em novos estágios de fraturamento ou para o desenvolvimento de novos poços não convencionais. Portanto, é altamente necessário analisar o reaproveitamento em outros setores produtivos e não apenas no setor de energia, considerando também que a injeção em poços tem uma limitação de tempo e espaço.

Além da injeção de efluente do fraturamento hidráulico em poços Classe II e do seu reuso, existem sistemas de tratamento de efluentes que estão sendo cada vez menos usados em função de dificuldade de enquadramento do líquido tratado às regulações restritivas quanto à qualidade de água em diversos estados americanos (WISEMAN; GRADIJAN, 2011).

O Texas permite que águas residuais sejam descartadas em águas superficiais, sob determinadas condições, após a avaliação caso a caso pelas autoridades. O descarte dos efluentes líquidos pode ser aplicado em solo, desde que o fluido e o cascalho de perfuração sejam a base água e com teor de cloreto inferior a 3.000 mg/L (Araújo, 2016). Outras condicionantes para a sua aplicação são o teor de salinidade do cascalho, a profundidade de mananciais de água subterrânea no entorno, tipo de solo, entre outras (US Environmental Protection Agency, 2019). A legislação do Texas não especifica medidas de prevenção e controle (ARAÚJO, 2016).

No caso de Oklahoma, há um *waiver* para descarga de água de teste hidrostático, que não precisará de licença ou notificação à OCC desde que: i) possua baixo teor de cloretos, com concentração não superior a 1000 mg/L; ii) não possua brilho ou descoloração visível como resultado do teste; entretanto, certos corantes usados para estabelecer integridade mecânica podem ser aprovados; iii) ocorra notificação ao Escritório Distrital da Divisão de Conservação apropriado, e, caso o descarte seja superior a 1.000 barris, deve se exigir notificação ao Escritório Distrital da Divisão de Conservação apropriada. A despeito dessa possibilidade, o OAC estabelece que nenhum agente poderá descartar água produzida de um tanque ou outro recipiente de contenção sem a obtenção de licença, e, caso o faça, poderá ser multado em até US\$ 1.000,00.

As outras opções para disposição do efluente do fraturamento hidráulico são o dique de armazenamento/evaporação e o dique de percolação. Os impactos sobre os

recursos hídricos subterrâneos e superficiais pelo emprego destas opções na indústria de petróleo e gás já foram documentados. Por exemplo, Kell (2011) relatou sessenta e três incidentes de contaminação de água de abastecimento por diques sem revestimento ou construídos inadequadamente em Ohio, entre 1983 e 2007. Kell (2011) relatou também no Texas cinquenta e sete incidentes de contaminação de águas subterrâneas por diques de percolação de água produzida sem revestimento, antes de 1984. Os impactos desses casos incluíram a detecção de compostos orgânicos voláteis em águas subterrâneas, efluentes atingindo recursos hídricos superficiais por transbordamento de diques e efluentes alcançando aquíferos por falhas de revestimento. Com base nos impactos documentados sobre os recursos hídricos subterrâneos de diques sem revestimento, muitos estados americanos implantaram regulamentos que proíbem diques de percolação ou diques de armazenamento sem revestimento para águas residuais de fraturamento hidráulico ou de óleo e gás em geral.

As municipalidades mais diretamente impactadas pelos benefícios e riscos das atividades de faturamento hidráulico dispõem de autoridade reguladora local limitada. Elas ficam confinadas ao arcabouço regulatório federal e estadual para o desenvolvimento das atividades de produção de gás não convencional (ARAÚJO, 2016). Podemos afirmar que os estados desempenham um papel primordial na regulação do desenvolvimento da exploração e produção de gás de folhelho nos Estados Unidos. A tese de Araújo (2016) apresenta um quadro amplo da estrutura regulatória federal, estaduais e municipais ligado ao desenvolvimento de gás não convencional nos Estados Unidos.

O conjunto de investigações realizadas nos EUA sobre *fracking* mostra quais são os pontos de maior risco ambiental, mas tem prevalecido a conclusão de que os danos dependem mais da negligência humana do que da própria técnica (VILLENA, 2020). Se as perfurações estiverem bem conduzidas e houver um correto manuseio dos fluidos e resíduos, não deve haver mais risco nesta atividade do que em qualquer outra, como a agricultura ou a indústria urbana (VILLENA, 2020).

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em sede de considerações finais, pode-se apontar que a Lei 19.878/19, que proíbe a exploração do gás não convencional no estado do Paraná pelo método de fratura hidráulica – *fracking* é um impeditivo para a realização de atividades nesse setor, o que inclui o uso da água. Qualquer modificação nessa linha, terá que passar pelo legislador estadual.

A rigor, a construção do poço, o que inclui a cimentação e revestimento, dentre outros, para a realização do fraturamento, sem atingir lençóis freáticos, no que tange ao uso do recurso hídrico, não exige outorga. Existe o risco de poluição dos lençóis freáticos, o que demanda toda uma segurança operacional para minimizar tal ocorrência.

Como não existe legislação específica para tratar do uso da água no fraturamento hidráulico no país, a legislação a ser aplicada é a geral, ou seja, Lei 9.433/97 e as leis estaduais dos locais onde o poço piloto esteja planejado. Com isso, enxerga-se que os procedimentos de uso da água aplicáveis devem prever também a participação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, que deverão estabelecer critérios a serem adotados em processos legais de licenciamento ambiental.

A Regulamentação da ANP serve como diretriz para ampliar os aspectos legais do uso dos recursos hídricos, sobretudo, focalizando no respeito à Lei 9.433/97 e seus princípios, não obstante, a agenda desse assunto pode ser ampliada para tratar os riscos aqui citados de modo apropriado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio do Projeto Gasbras Rede de P&D Finep 01.14.0215.00, através da concessão de bolsas de pesquisa. Agradecemos o apoio do RCGI – Research Centre for Gas Innovation, localizado na Universidade de São Paulo (USP) e financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2014/50279-4) e Shell Brasil, e a importância estratégica do apoio dado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) através do incentivo regulatório associado ao investimento de recursos oriundos das Cláusulas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Agradecemos o apoio financeiro do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, suportado com recursos provenientes do investimento de empresas petrolíferas na Cláusula de P,D&I da Resolução ANP nº 50/2015 (PRH 33.1 - Referente ao EDITAL Nº1/2018/PRH-ANP; Convênio FINEP/FUSP/USP Ref. 0443/19).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Eventos críticos. Sala de Situação - Boletins de Monitoramento Hidrológico. Disponível: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/eventos-criticos>. Acesso: 03 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Resolução ANP 21/2014. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=269028>. Acesso: 03 maio 2021.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE - API (2010). Guidance Document HF2, Water Management Associated with Hydraulic Fracturing. First Edition, June 2010.

ARAÚJO, R. R. Aspectos regulatórios e institucionais do desenvolvimento de gás não convencional: uma análise comparativa entre Brasil e EUA. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Energia, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. 2016.

ARAÚJO, Renata R. de, et al. Panorama do Desenvolvimento de Gás Não Convencional: perspectivas para o caso brasileiro. In: Atualidades Regulatórias do Mercado de Gás Brasileiro. COSTA, Hirdan de Medeiros, et. al., Rio de Janeiro: Synergia, 2018.

BRASIL. Lei 9.984/00. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm. Acesso: 03 maio 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433/97. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso: 03 maio 2021.

COSTA, H. K. M., ARLOTA, C. (2019). Apontamentos sobre os direitos de propriedade aplicáveis ao regime de exploração de hidrocarbonetos no Brasil a partir de perspectiva comparada. Revista Energia, Ambiente e Regulação. n. 3, 2019.

COSTA, H. K. M., MUSARRA, R. M. L. M. Principais aspectos do licenciamento ambiental para captura e estocagem de dióxido de carbono no Brasil. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.3, p. 29468-29488 mar 2021.

ELAWS.US. SECTION 165:10-3-10. Well completion operations. 2021b. Disponível em: <http://okrules.elaws.us/oac/165:10-3-10>. Acesso: 11 julho 2021.

ELAWS.US. Subchapter 5. Underground Injection Control. 2021a. Disponível em: http://okrules.elaws.us/oac/title165_chapter10_subchapter5. Acesso: 11 julho 2021.

FRACFOCUS. The national hydraulic fracturing chemical disclosure registry. Disponível em: <https://fracfocus.org/>.

GROUND WATER PROTECTION COUNCIL - GWPC Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer. Disponível em:

<https://www.energy.gov/sites/default/files/2013/03/f0/ShaleGasPrimer_Online_4-2009.pdf>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). World Energy Outlook 2011. Special Report: Are we entering a golden age of gas? International Energy Agency/ Organisation for Economic Co-operation and Development (IEA/OECD), Paris, 2011.

JUNIOR, A. P. da T. Contextos da Política de Águas e Novas Abordagens pela Perspectiva das Reformas Administrativas no Brasil. *Administração Pública e Gestão Social*, [S. l.], v. 13, n. 1, 2021. DOI: 10.21118/apgs.v13i1.10187. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/10187>. Acesso em: 16 março 2021.

KANSAL, T. Regulation of Shale Gas Development: an argument for state preeminence with federal support. Mestrado em Planejamento de Cidades. Massachusetts Institute of Technology. 2012.

KELL, S. State oil and gas agency groundwater investigations and their role in advancing regulatory reforms, a two-state review: Ohio and Texas. Ground Water Protection Council (GWPC). Disponível em: <http://fracfocus.org/sites/default/files/publications/state_oil_gas_agency_groundwater_in_vestigations_optimized.pdf>.

MAUPIN, M. A.; KENNY, J. F.; HUTSON, S. S.; LOVELACE, J. K.; BARBER, N. L.; LINSEY, K. S. Estimated use of water in the United States in 2010. (USGS Circular 1405). Reston, VA: U.S. Geological Survey. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3133/cir1405>>. 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. REATE 2020. Disponível em <<http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/reate-2020>>. Acesso em: 15 maio 2021.

MIRANDA, M. F.; COSTA, H. K. M. Princípio da precaução: o caso dos recursos não convencionais. *Revista de Direito Administrativo, Infraestrutura, Regulação e Compliance*, v. 5, p. 21-58, 2021.

MOKHATAB, S.; POE, W. A. Environmental Aspects of the Natural Gas Supply Chain. In: *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*, Gulf Professional Publishing. 2012.

NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY (NETL). Environmental Impacts of Unconventional Natural Gas Development and Production. 2014.

OKLAHOMA CORPORATE COMISSION. Title 165: Corporation Commission Chapter 10: Oil and Gas Conservation. Disponível em: <https://oklahoma.gov/content/dam/ok/en/occ/documents/ajls/jls-courts/rules/2020/current-rules/Ch10eff100120searchable.pdf>. Acesso: 28 maio 2021.

PARANÁ. Decreto 9.957/14. Disponível: <https://app.sogi.com.br/Manager/texto/arquivo/exibir/arquivo?eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9AFFIjAvMTkyMjM0L1NHX1JlcXVpc2l0b19MZWdhdF9UZXXh0by8wLzAvREVDUkVUTyBOWrogOS45NTcsIERFIDlzLTAxLTIwMTQuZG9jLzAvM>

CIAFF_9ygM--mZuSBWzvQTyh2LuYVBIQxQFgS2ETOZCD_IL8. Acesso: 03 maio 2021.

PARANÁ. Lei 12.726/99. Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=276174>. Acesso: 03 maio 2021.

PARANÁ. Lei 19.878/19. Disponível em: <http://portal.assembleia.pr.leg.br/index.php/pesquisa-legislativa/legislacao-estadual?idLegislacao=50773&tpLei=0&idProposicao=60217>. Acesso: 03 maio 2021.

PROMINP BRASIL. Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural. Ministério de Minas e Energia -EPE e MMA: Aproveitamento de hidrocarbonetos em reservatórios não convencionais no Brasil. Comitê Temático de Meio Ambiente. Brasília: PROMINP/CTMA – Projeto MA 09, 2016.

SÃO PAULO. Decreto 63.262/18. Disponível: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63262-09.03.2018.html#:~:text=Aprova%20o%20novo%20Regulamento%20dos,de%20Gerenciamento%20de%20Recursos%20H%C3%ADricos>. Acesso: 03 maio 2021.

SÃO PAULO. Lei 16.337/16. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20Plano%20Estadual,PERH%20e%20d%C3%A1%20provid%C3%AAs%20correlatas>. Acesso: 03 maio 2021.

SÃO PAULO. Lei 7.663/1991. Política Estadual de recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>. Acesso: 03 maio 2021.

SÃO PAULO. Lei Estadual 12.183/05, que disciplina a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo. <https://www.al.sp.gov.br/norma/59744#:~:text=Lei%20n%C2%BA%2012.183%2C%20de%2029%2F12%2F2005&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20cobran%C3%A7a%20pela,valores%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs>. Acesso: 03 maio 2021.

SÃO PAULO. Lei Estadual 6.134/88. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/25548>. Acesso: 03 maio 2021.

SÃO PAULO. Resolução SIMA 86/20. Disponível: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2020/10/resolucao-sima-no-86-2020/#:~:text=Regulamenta%20os%20procedimentos%20para%20a,e%20interfer%C3%AAs%20em%20recursos%20h%C3%ADricos>. Acesso: 03 maio 2021.

SCANLON, B. R, IKONNIKOVA, S., YANG, Q., & REEDY, R. C. (2020). Will Water Issues Constrain Oil and Gas Production in the United States? *Environmental Science & Technology*. Vol. 54, pp. 3510-3519, 2020.

SILVA, L.M.T., BRITO, T.L.F., LIMA, L.M. DE, COSTA, H.K. DE M., Moutinho dos Santos, E., 2020. Estratégias nacionais para o desenvolvimento do gás natural em terra:

políticas para destravar os recursos não-convencionais, in: XII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Foz do Iguaçu.

SUDERHSA. Manual Técnico de Outorgas. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/manual_outorgas_suderhsa_2006.pdf. Acesso: 03 maio 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Reduced Emissions Completions for Hydraulically Fractured Natural Gas Wells. 2011. https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/reduced_emissions_completions.pdf. Acesso: 03 maio 2021.

US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – US EIA. Disponível em: https://www.eia.gov/naturalgas/annual/pdf/table_001.pdf. 2021c.

US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – US EIA. Shale Gas Production. Disponível em: https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_shalegas_s1_a.htm. 2021b.

US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – US EIA. Shale Gas. Disponível em: https://www.eia.gov/dnav/ng/NG_ENR_SHALEGAS_DCU_NUS_A.htm. 2021a.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA. Hydraulic Fracturing for Oil and Gas: Impacts from the Hydraulic Fracturing Water Cycle on Drinking Water Resources in the United States. Office of Research and Development, Washington, DC. Disponível em: [EPA/600/R-16/236Fa. https://www.epa.gov/hfstudy](https://www.epa.gov/hfstudy). 2016.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA. Management of Exploration, Development and Production Wastes: Factors Informing a Decision on the Need for Regulatory Action. 2019.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - US EPA. NPDES Permits Around the Nation. Disponível em: <https://www.epa.gov/npdes-permits>. 2021.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - US EPA. Reduced Emissions Completions for Hydraulically Fractured Natural Gas Wells. 2011. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/reduced_emissions_completions.pdf. 2011.

VILLENA, C. Consideraciones ambientales sobre el fracking en EE.UU. Y Argentina. Observatorio Pyme Minero. Ano 3, n. 3, 2020. Universidad de Belgrano. Disponível em: <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/8974>.

WATSON, R. W.; PINCUS, N. R. Hydraulic Fracturing and Water Supply - Federal Regulatory Developments. Rocky Mountain Mineral Law Foundation Journal. V.49 n.2, 2012.

WISEMAN, H. J. Fracturing Regulation Applied. Duke Environmental Law and Policy Forum 22(2), 2012.

WISEMAN, H. J; GRADIJAN, F. Regulation of Shale Gas Development, Including Hydraulic Fracturing. University of Tulsa Legal Studies Research Paper No. 2011-11.

XAVIER, Yanko Marcius de Alencar; BEZERRA, Nizomar Falcão. Gestão legal dos recursos hídricos dos Estados do Nordeste do Brasil. /Yanko Marcius de Alencar Xavier, Nizomar Falcão Bezerra (organizadores), - Fortaleza Fundação Konrad Adenauer, 2005.

YAMASHITA, Natalia Pacheco Lanzoni; SOUSA, Glenda Carvalho de; SANCHES, Heloisa Negri Priciane Cristina Correa Ribeiro; MONTEIRO, Lilyan Luizaga de. Segurança hídrica no assentamento Manoel Alves – TO: uma análise da qualidade da água. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 2, p.8234-8247, feb. 2020.