Nota Técnica nº 345/SSM/2013

|  |
| --- |
| Rio de Janeiro, 14 de outubro de 2013. |

NOTA TÉcnicA

1. **Introdução**

A presente Nota Técnica tem como objetivo subsidiar a resolução que define regras, limites e requisitos mínimos para a atividade de exploração, desenvolvimento e produção de reservatórios não convencionais no Brasil, por meio da técnica de fraturamento hidráulico. Para que esta atividade seja realizada de forma segura, resguardando o meio ambiente e seus recursos, sobretudo as formações hídricas, esta proposta de regulamentação foi desenvolvida de forma a abordar os tópicos de segurança operacional e meio ambiente sensíveis ao tema.

A Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, que instituiu o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis – ANP, está plenamente alinhada ao princípio constitucional de preservação ao meio ambiente, ao dispor:

Art. 1º As políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia visarão aos seguintes objetivos:

I - preservar o interesse nacional;

II - promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos;

III - proteger os interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos;

IV - proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia.

Em seu Capítulo IV, art. 8º, esta lei determina ainda que “a ANP terá como finalidade promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis, cabendo-lhe: [...] XXVIII - articular-se com órgãos reguladores estaduais e ambientais, objetivando compatibilizar e uniformizar as normas aplicáveis à indústria e aos mercados de gás natural”.

A articulação com os órgãos ambientais é assim definida pela Resolução CNPE nº 8, de 21 de julho de 2003: “Art. 2º A Agência Nacional do Petróleo - ANP, deverá, [...] observar as seguintes diretrizes: V - selecionar áreas para licitação, adotando eventuais exclusões de áreas por restrições ambientais, sustentadas em manifestação conjunta da ANP, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e de Órgãos Ambientais Estaduais”.

Tendo em vista estas atribuições da ANP, visando não só o aproveitamento racional das fontes de energia, mas também a proteção do meio ambiente e a necessidade de articulação com órgãos ambientais, a abertura de novas linhas de atividade no Brasil, promovida por esta Agência devem ser antecipadas por regulamentação de segurança operacional e meio ambiente adequada. Neste contexto, o grande objetivo é desenvolver uma proposta de regulamento que viabilize o aproveitamento dos recursos de forma segura, priorizando a saúde humana, proteção ao meio ambiente e qualidade de vida, sem, contudo, avançar nas atribuições dos demais agentes públicos envolvidos.

Desta forma, a proposta de regulamento aqui apresentada determina que o Operador, para a execução da atividade, apresente um Sistema de Gestão Ambiental adequado às operações a serem desenvolvidas, devendo comprovar a existência e validade das licenças e outorgas necessárias à execução da atividade.

O fraturamento hidráulico é uma técnica de estimulação de poço utilizada para maximizar a produção de óleo e gás natural em reservatórios não convencionais, tais como folhelhos, *coalbeds* e *tight sands*. Durante o fraturamento hidráulico, água contendo aditivos especiais e propantes (elementos que impedem fisicamente o posterior fechamento das fraturas) é bombeada em alta pressão para dentro do poço, criando fissuras nas áreas de interesse (1). No caso brasileiro, as formações propensas a conter recursos não convencionais são os folhelhos.

As rochas que serão o alvo do fraturamento hidráulico são principalmente os folhelhos carbonosos (folhelhos negros), estruturas altamente físseis que se desagregam em lascas finas e semiflexíveis. Eles são ricos em sulfetos, principalmente pirita, e em elementos-traço metálicos como urânio, vanádio, níquel e cobre (2).

Embora a técnica de fraturamento hidráulico seja antiga, tendo suas primeiras utilizações datadas da década de 40 (3), sua utilização efetiva em reservatórios não convencionais com os atuais volumes de água consumida é mais recente e teve suas primeiras operações no Texas, há pouco mais de 15 anos (4). Naquele momento foram utilizadas pela primeira vez as duas tecnologias que possibilitaram o fraturamento hidráulico da forma como se entende o processo nos dias atuais. Uma tecnologia consta do fraturamento hidráulico utilizando grandes volumes de água e aditivos, aumentando as fissuras na rocha. A outra é o desenvolvimento de técnicas e equipamentos para a perfuração de poços direcionais, permitindo a perfuração de longo alcance horizontal com razoável precisão (4).

Com tal desenvolvimento tecnológico, um volume considerável de recursos energéticos ficou disponível ao redor do mundo, inclusive no Brasil (5). Conforme relatório da *Energy Information Administration* (EIA), publicado em junho deste ano, o total de gás não convencional no mundo é de 206 trilhões de metros cúbicos. O Brasil, segundo o mesmo relatório, possui cerca de 7 trilhões de metros cúbicos de gás natural tecnicamente recuperáveis, ficando em décimo lugar na lista de maiores reservas de gás de folhelho (6).

Entretanto, existem relatos de contaminação e outros problemas nas áreas onde estão sendo realizadas as atividades de fraturamento hidráulico, sobretudo nos EUA. Estes casos serviram de referência para a elaboração da Resolução, a medida em que permitiram identificar as causas e as medidas mitigadoras dos danos relatados, de forma a contemplá-los na regulação.

Nos folhelhos das formações de Marcellus e Utica, por exemplo, em estudo preliminar, foram encontradas evidências sistemáticas de contaminação da água potável por metano nas proximidades de poços de gás natural (7).

Outro estudo complementar examinou o aumento de salinidade na região, para verificar se existia correlação entre o aumento de salinidade e a atividade de fraturamento hidráulico. Pelos dados apresentados, sugeriu-se que o aumento de salinidade era uma migração natural, que já existia antes do início das operações de fraturamento. No entanto, também sugeriram que fossem mantidos estudos de acompanhamento para melhor entendimento dos mecanismos de conectividade hidráulica para formações profundas, para confirmar a fonte de salmoura e a taxa de elevação desta até a superfície, tendo em vista que as formações geológicas da região são propensas a redes preexistentes de conexões cruzadas, facilitando a migração de fluidos das camadas mais profundas até os aquíferos mais rasos (8).

Na continuação desta pesquisa, evidências mais contundentes foram apresentadas, relacionando a presença de contaminante por hidrocarbonetos, sobretudo metano e etano, à proximidade dos poços de gás natural (9). Pelos resultados encontrados, a equipe de pesquisadores sugere que existam múltiplas fontes de hidrocarbonetos colaborando para a contaminação. A contaminação pode derivar de (i) falhas de projeto ou execução de assentamento de revestimentos, permitindo a migração de gases do interior do poço para o solo; (ii) falhas na cimentação, gerando canalizações externas ao revestimento, permitindo que volumes de gás natural migre de camadas mais profundas até a superfície ou corpo de água; (iii) a possibilidade de migração do gás liberado durante o fraturamento ou (iv) o fraturamento conectando a formação portadora de hidrocarbonetos a poços existentes (9).

Em outra questão controversa relacionada ao fraturamento hidráulico não convencional, está o volume de água necessária para a realização da operação. Volumes entre 4.000 e 15.000 m³ de água são utilizados na completação de um poço, ao utilizar o fraturamento hidráulico (10). A água recebe aditivos e, após o fraturamento, retorna à superfície carreando elementos presentes na formação fraturada. A gestão desses efluentes gerados é ponto crucial para a disponibilização dos recursos não convencionais sem descuidar das questões ambientais e sociais envolvidas. Embora já existam linhas de desenvolvimento apontando para a redução drástica da utilização de água para realizar o fraturamento não convencional (11), a solução que tem surgido para este problema é a reutilização da água que retorna à superfície após o fraturamento, fazendo surgir um novo nicho de mercado que são as pequenas empresas de tratamento da água de fraturamento hidráulico (12).

Seguindo as respectivas políticas de governo, características socioambientais e realidade operacional da indústria de petróleo e gás natural local, o fraturamento hidráulico não convencional foi permitido ou sofreu moratória dependendo do país onde existe a previsão do recurso. Uma quantidade considerável de estudos já foi realizado ou está em andamento, dentre os quais se ressalta a pesquisa que vem sendo desenvolvida pela *US Environmental Protection Agency* (EPA), com previsão de publicação em 2014 (13).

A indústria, agências reguladoras, e órgãos ambientais vêm trabalhando na definição de tecnologias e medidas de controle e mitigadoras, capazes de garantir a produção segura de gás natural com auxílio de fraturamento hidráulico. Os avanços nessa área foram baseados em estudos conduzidos pelo Gas Technology Institute – GTI, durante mais de três décadas[[1]](#footnote-2). Em especial, vem sendo analisado o alcance máximo de migração do fluido de perfuração e estimulação, de modo a preservar integralmente os aquíferos.

No âmbito internacional, os principais países que já regulamentaram o uso do fraturamento hidráulico são: os Estados Unidos, China, Argentina, Polônia, Holanda, Alemanha e Inglaterra. No Reino Unido, a Royal Society publicou estudos apontando que “os riscos para a saúde, segurança e meio ambiente podem ser geridos de forma eficaz...”, e que “as melhores práticas operacionais devem ser implementadas e executadas através da regulação, sendo a propagação das fraturas uma causa improvável de contaminação” (14).

Tais países, ao decidirem por permitir a utilização do fraturamento hidráulico, ponderaram diversos fatores, dentre eles, o aumento na demanda de gás natural, a segurança energética, bem como o desenvolvimento da técnica de fraturamento hidráulico, que se tornou mais sofisticada e segura.

Nos Estados Unidos, a *US Environmental Protection Agency* utiliza a *State Review of Oil and Natural Gas Environmental Regulations, Inc*. (“STRONGER”) para desenvolver as recomendações que irão orientar os órgãos estaduais de regulamentação responsáveis pela atividade de fraturamento hidráulico não convencional (15).

Ainda com relação à regulamentação norte-americana, destacam-se as séries 300, 600 e 900 da *Colorado Oil and Gas Conservation Commission* (COGCC), que tratam, respectivamente, de perfuração, desenvolvimento, produção e abandono de poço (16); Regulação de segurança operacional (17); e Gerenciamento de dejetos e efluentes nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural (18). Tais documentos apresentam requisitos importantes como a realização de amostragem da qualidade das fontes de água nas proximidades do local da atividade antes, durante e depois de sua execução, definindo quais elementos e parâmetros devem ser medidos na análise química.

No Canadá, o National Energy Board (NEB) publicou em setembro deste ano os requisitos para apresentação de documentos para qualquer atividade que exija autorização de operação de fraturamento hidráulico em Northwest Territories e Nunavut (19). Também se destaca a regulamentação de Alberta que, por meio do *Alberta Energy Regulator* (AER), prescreve restrições com objetivo de proteger os aquíferos (20). Nesta regulamentação foram abordados entre outros, os requisitos de apresentação de estudos sobre a possibilidade de influência do fraturamento hidráulico em poços adjacentes, podendo resultar em problema de controle destes poços.

Na Inglaterra, em 2012, foi apresentada pelas *The Royal Society* e *The Royal Academy of Engineering* uma revisão sobre o assunto, destacando os pontos onde os reguladores ingleses precisariam reforçar sua já conhecida e forte estrutura regulatória (14). As recomendações apresentadas envolveram temas como detecção de contaminação nas águas subterrâneas, integridade de poço, mitigação de sismicidade, detecção de vazamentos de gás em potencial, gerenciamento de água de forma integrada, gestão de risco ambiental, desenvolvimento de melhores práticas para gestão de riscos, desenvolvimento de regulamentos na área, coordenação entre os diversos órgãos reguladores, ressaltando a necessidade de um líder, e maior destaque nas atividades de P&D para as operações de fraturamento hidráulico.

Por outro lado, a França figura como um dos principais países que decretaram a proibição ou moratória do fraturamento hidráulico não convencional, embora fique evidente as amplas discussões internas a respeito do assunto, conforme pode ser observado em recente relatório do Senado que apresentou a seguinte conclusão, em tradução livre:

*A perspectiva de uma possível exploração no nosso subsolo justifica impulsionar a investigação para compreender melhor o nosso patrimônio geológico, que continua a ser mal compreendido. Várias recomendações convergem para este ponto, tanto para a avaliação dos próprios recursos de hidrocarbonetos, quanto para a análise do seu ambiente: propriedades das rochas de origem, presença de falhas sísmicas e conhecimento do ambiente hidrogeológico.*

*A produção de hidrocarbonetos não convencionais, sem dúvida, representa pegada ambiental superior à produção convencional, devido à necessidade de perfurar muitos poços para atingir uma produção rentável, por conseguinte, a utilização de métodos de estimulo passíveis de causar danos ao meio ambiente, se não forem devidamente controlados.*

*No entanto, as audiências realizadas estabelecem que as tecnologias estão disponíveis para controlar este processo. As novas tecnologias podem reduzir o número e a magnitude das operações de fraturamento hidráulico.**Elas reduzem o consumo de água potável e possibilitam a eliminação de produtos químicos. No entanto, essas mudanças têm um custo, em um contexto onde a produção de hidrocarbonetos não convencionais é inerentemente sujeita a condições críticas econômicas.*

*A França tem toda a informação científica, técnica e industrial, em todos os níveis da indústria, para criar uma cadeia limpa de produção por fraturamento hidráulico. Em contraste, os nossos pesquisadores e empresas enfrentam uma proibição que prejudica suas habilidades. Mais amplamente, é a competitividade de uma grande parte da indústria europeia que está ameaçada pelo atraso no domínio dos hidrocarbonetos não convencionais. Os relatores pretendem continuar a analisar todas essas questões no relatório final que será elaborado no próximo outono, depois de visitarem os Estados Unidos e a Polônia.”* (21)

No Brasil, a realização da Décima Segunda Rodada de Licitações de blocos para a exploração e produção de petróleo e gás natural, pela ANP, foi autorizada pela Resolução nº 6, de 25 de junho de 2013, do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE.

A Resolução determinou a oferta de “cento e dez blocos exploratórios em áreas de Novas Fronteiras Tecnológicas e do Conhecimento nas Bacias do Acre, Parecis, São Francisco, Paraná e Parnaíba, com o objetivo de atrair investimentos para regiões ainda pouco conhecidas geologicamente ou com barreiras tecnológicas a serem vencidas, possibilitando o surgimento de novas bacias produtoras de gás natural e de recursos petrolíferos convencionais e não convencionais, totalizando 164.477,76 km² de área”; e “cento e trinta blocos nas Bacias Maduras do Recôncavo e de Sergipe-Alagoas, com o objetivo de oferecer oportunidades exploratórias nessas áreas, de modo a possibilitar a continuidade da exploração e a produção de gás natural a partir de recursos petrolíferos convencionais e não convencionais contidos nessas regiões, totalizando 3.870,66 km² de área” (22).

Observa-se, portanto, que a 12ª Rodada de Licitações tem como proposta a exploração e produção de gás natural em terra, sem foco específico em recursos não convencionais, apesar de contemplar essa possibilidade. Um dos objetivos da 12ª Rodada é reduzir a incerteza em relação aos recursos, convencionais e não convencionais, existentes no Brasil.

Desta forma, as regras para os futuros concessionários impõem a perfuração de pelo menos um poço até a “rocha geradora”, com exceção dos blocos na bacia do Acre, para avaliação do potencial de recursos não convencionais. Para todas as áreas, estão previstas fases exploratórias com duração de cinco a oito anos, com a possibilidade de extensão por mais seis anos, no caso em que se mostre viável a prospecção de não convencionais.

A regulamentação aqui sugerida buscou referências internacionais tanto em termos de pesquisa e desenvolvimento quanto de regulação. Sobre esta base de conhecimento, foi aplicada a filosofia utilizada na segurança operacional e meio ambiente da ANP. Como resultado, a regulamentação proposta manteve o perfil de requisitos voltados para o gerenciamento de riscos, exigindo que os Operadores executem as atividades dentro das melhores práticas da Indústria de Petróleo e Gás Natural e baseadas no desempenho e melhoria contínua.

Em linhas gerais, as principais exigências a serem impostas às empresas que irão explorar os recursos não convencionais no país podem ser resumidas nos seguintes tópicos:

1. sistema de gestão ambiental: A aprovação da realização da atividade estará condicionada ao cumprimento de diversos requisitos, cujo objetivo é verificar se as condições necessárias ao aproveitamento dos recursos energéticos estão dentro de condições ambientalmente e socialmente aceitáveis. Isto implica, entre outras, na obrigação do Operador garantir que as atividades a serem realizadas não trarão impactos negativos nos aqüíferos, demais corpos d’água e solo da região. Além disto, o Operador será instado a manter um gerenciamento de efluentes que reduza ao máximo o consumo de água nas operações e permita o tratamento e a reutilização da água, preferencialmente em outras atividades de fraturamento hidráulico;
2. projeto de fraturamento hidráulico não convencional: além da exigência de utilização de revestimentos especificamente projetados para o ambiente de fraturamento hidráulico, deverá ser comprovado que a cimentação atinge parâmetros qualitativos e quantitativos aceitáveis e que o poço será integralmente revestido nas fases anteriores à de produção. O revestimento é o conjunto de tubos de aço instalados após a perfuração para isolar as paredes do poço dos fluidos injetados e extraídos. A simulação das fraturas e estudos geomecânicos, realizados por intermédio de *softwares* específicos, serão apresentados antecipadamente para garantir que não haverá propagação extensa de fraturas;
3. sistema de gestão de segurança operacional semelhante aos já exigidos pela ANP, contemplando as características específicas das operações de fraturamento hidráulico, cujos objetivos são a mitigação de riscos, a correta utilização de procedimentos de trabalho, a manutenção de integridade estrutural de equipamentos, dentre outros. Análises de riscos associados às operações também serão submetidas à ANP. Assim, o Concessionário deverá provar ao órgão regulador, tecnicamente, que todas as suas operações são seguras e apresentam grau de risco tolerável. Por sua vez, a ANP autorizará as operações apenas se constatar, por meio de evidências técnicas, a existência de condições ideais para a continuidade das atividades.
4. **Estrutura da Regulamentação Proposta**

A regulamentação proposta foi estruturada em três grandes tópicos: sistema de gestão ambiental, projeto de fraturamento hidráulico não convencional e sistema de gestão de segurança operacional. Serão apresentados os requisitos referentes a cada um destes tópicos, justificando sua inclusão na regulamentação proposta.

* 1. **Sistema de Gestão Ambiental**

Internacionalmente, as entidades que regulam a atividade de E&P e adotam uma gestão de segurança operacional contemporânea, tal como ocorre com a ANP no Brasil, entendem que o operador da concessão é o ente responsável por avaliar permanentemente suas atividades e tomar decisões no sentido de manter o nível de risco de suas operações o mais baixo possível. Por este motivo, a regulamentação em vigor nesses países confere às empresas operadoras maior autonomia decisória dentro das boas práticas da indústria, no entanto, com maior responsabilidade.

Este modelo obriga as empresas a buscar um sistema de gestão mais robusto, aumentando substancialmente a capacitação de sua força de trabalho e o aprimoramento de seus processos. No Brasil, este modelo baseado no desempenho já é aplicado na segurança operacional das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural *offshore*, tendo a Resolução ANP nº 43/2007 como marco regulatório, quando foi implantado o Regulamento Técnico do Sistema de Gestão de Segurança Operacional (SGSO). A aplicação do SGSO associado a ações de fiscalização rigorosas melhorou significativamente a cultura de segurança nas operações de perfuração e produção *offshore* no Brasil.

Nos mesmos moldes do sistema de gestão de segurança operacional, foi proposta a exigência de um sistema de gestão ambiental para o Operador que venha a realizar esta atividade. Sendo assim, a proposta de regulamentação para fraturamento hidráulico não convencional segue o mesmo modelo baseado no desempenho. Nestes termos, será exigido do Operador um volume considerável de informações e compromissos, tais como:

1. licença ambiental, contemplando especificamente o fraturamento hidráulico, fornecida pelo órgão de meio ambiente competente; e outorga para utilização de recursos hídricos conforme legislação aplicável;
2. laudos de análise química corpos d’águade poços de água e aquíferos nas proximidades do poço a ser perfurado. O Operador deverá levar a termo pesquisa sobre fontes de água existentes na região onde haverá fraturamento. Para tanto, deverá manter o monitoramento contínuo das condições dos aquíferos, de modo a evidenciar a manutenção das condições preexistentes ao início das operações, o que se dará por meio de laudos de laboratório acreditado que atestem a qualidade da água;
3. demonstração por meio de estudos e modelagens que as fraturas geradas permanecerão dentro dos limites considerados seguros, reduzindo adequadamente os riscos de atingir aqüíferos, poços e fraturamentos adjacentes; e
4. o Operador será instado a desenvolver um plano de otimização e reaproveitamento de recursos hídricos, de forma a preferencialmente reutilizar os efluentes gerados em novos fraturamentos que venham a ser realizados.

A preocupação ambiental da ANP no desenvolvimento de suas prerrogativas não se limita aos cuidados com a preservação e boa utilização dos recursos naturais existentes, mas também abrange os impactos que a atividade de exploração e produção pode causar nas sociedades vizinhas, sobretudo em ambientes isolados e com escassez de recursos tecnológicos. Neste sentido, por esta proposta de regulamentação aqui apresentada, o Operador também será obrigado a incluir indicadores e metas de responsabilidade social em seu sistema de gestão de meio ambiente.

* 1. **Projeto de Fraturamento Hidráulico Não Convencional**

A regulamentação proposta diferencia o projeto de perfuração do poço do projeto do fraturamento propriamente dito. Em se tratando da perfuração do poço, este deverá considerar as pressões a serem utilizadas no fraturamento hidráulico como parte das premissas de construção. Neste caso a preocupação recai sobre a manutenção da integridade de poço. Assim, serão exigidos quando da apresentação do projeto de poço as seguintes informações e compromissos:

1. identificação do prospecto com identificação geológica e geofísica, apresentando as características geológicas e das regiões de interesse, os aquíferos existentes na região, os poços de correlação que irão embasar o projeto de poço e a análise de riscos geológicos com as suas medidas de controle e mitigação;
2. identificação da área pretendida para a alocação da cabeça do poço, identificando os recursos hídricos existentes nas adjacências, tais como lagos, rios e poços de água.
3. descrição do projeto do poço, contendo suas premissas, curvas de geopressões, diagrama de poço, trajetória de poço, descrição dos sistemas de controle de poço, programas de revestimento, de cimentação e de fluidos de perfuração, hidráulica de perfuração, descrição do BHA e descrição das barreiras de segurança de poço.

A integridade do poço é um dos principais fatores de segurança para o fraturamento hidráulico não convencional. Nesta etapa da atividade, o Operador deve consultar as normas e recomendações aplicáveis, que constituem as melhores práticas da indústria, como é o caso da API *Guidance Document* HF1 (23), que é específica para construção e integridade de poços para operações de fraturamento hidráulico.

Com relação ao projeto do fraturamento hidráulico não convencional propriamente dito, as maiores preocupações recaem nas modelagens de fraturamento, de forma a se verificar o alcance máximo das fraturas, avaliando-se as distâncias de aqüíferos, poços e fraturas adjacentes. Assim, como condição de aprovação do projeto por parte da ANP, o Operador deverá apresentar para análise documentos como:

* 1. descrição do método de modelagem dos dados geomecânicos e dos parâmetros utilizados para realizar a simulação das operações de fraturamento. Deve ser evidenciado que o projeto considerou que as fraturas geradas ficarão contidas na formação (rocha geradora);
  2. resultados da modelagem, contendo, no mínimo: (i) comprimento máximo das fraturas; (ii) distância mínima entre as fraturas e os poços adjacentes e suas fraturas, e aqüíferos; (iii) identificação da localização espacial da zona de possível influência do fraturamento. Com isto, será conhecido a envoltória das fraturas, permitindo a identificação de volumes e pressões máximas admissíveis para uma atividade segura.
  3. estudo de interconexão entre poços, contemplando, no mínimo (i) a integridade de todos os poços existentes na proximidade, num raio de 500 metros; (ii) os poços existentes que atravessam a área da operação cuja localização espacial da zona de possível influência do fraturamento foi definida na modelagem; (iii) análise de riscos do fraturamento hidráulico, considerando a existência de todos os poços e operações de fraturamento realizadas, num raio de 500 metros. Avaliar se existe a possibilidade de conexão das fraturas com algum poço adjacente é importante por conta da possibilidade de um problema de controle daquele poço adjacente.
  4. **Sistema de Gestão de Segurança Operacional**

A segurança operacional aplicada na elaboração do projeto de fraturamento hidráulico não convencional deve cumprir os requisitos contidos no sistema de gestão de segurança operacional mencionado neste item. No entanto, optou-se por destacá-lo em outro item para ressaltar a importância de elaborar o projeto o mais cuidadosamente possível.

O SGSO adota uma estrutura robusta, baseada em 17 práticas de gestão que se complementam de tal forma que para um incidente ocorrer, forçosamente o Operador terá falhado em pelo menos uma destas práticas de gestão.

As condições, recursos e desafios que estarão envolvidos na atividade de fraturamento hidráulico são distintos das que predominam na atividade *offshore*. O aporte de recursos é mais discreto, a complexidade da planta industrial a ser utilizada é significativamente menor e menos densa, os desafios tecnológicos são deveras distintos e os riscos ambientais são completamente diferentes. Desta forma, aplicar o SGSO diretamente em um Operador que venha a realizar fraturamento irá onerá-lo excessivamente, sem trazer as melhorias de segurança operacional esperadas. Por conta disto, a proposta de regulamentação aqui defendida, embora siga a filosofia do SGSO, foi adaptada para tratar as questões específicas do fraturamento hidráulico não convencional, sendo necessária a inclusão de alguns itens prescritivos, gerando limites pré-estabelecidos.

A ANP também possui uma regulamentação rigorosa para as operações de produção em campos terrestres. Esta regulamentação, chamada de Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural (RTSGI), foi apresentada pela Resolução ANP nº 02/2010. Embora este regulamento seja restrito à produção em campos terrestres, determinadas peculiaridades tornaram possível a aplicação de alguns de seus requisitos às atividades de fraturamento hidráulico.

Desta forma, o Operador deverá implementar procedimentos operacionais adequados para as operações, seguindo os requisitos constantes do item 17 – Operação e Processo do RTSGI, que também contém exigências relacionadas ao gerenciamento de mudanças e permissão de trabalho. Foram elencados o item 15 - Inspeção de Equipamentos e Tubulações e o item 16 - Manutenção de Equipamentos e Tubulações do RTSGI nos requisitos do regulamento aqui proposto, para cobrir as questões relacionadas à inspeção e manutenção de equipamentos e tubulações das unidades envolvidas nas atividades de fraturamento hidráulico não convencional. Também foram reunidos os requisitos relacionados à resposta a emergência endereçando o item 9 – Plano de Emergência do RTSGI.

Tendo em vista a criticidade dos parâmetros da formação produtora que venham a ser encontrados, tanto para a perfuração direcional quanto para a realização do fraturamento hidráulico, estes parâmetros e outras alterações de premissas de projeto foram ressaltados, endereçando o sistema de gerenciamento de mudanças.

Da mesma forma, embora existam requisitos voltados para gerenciamento da operação, também foram ressaltadas questões fundamentais como os testes periódicos das linhas de alta pressão; definição dos parâmetros de bombeio de acordo com os limites de operação dos equipamentos e das linhas e definição dos parâmetros de fundo de poço para as diversas condições de operação.

Para confirmação das previsões encontradas na modelagem, o Operador deverá empregar microssísmica para demonstrar que o limite superior e o inferior das fraturas geradas acompanharam os valores encontrados nas simulações. Nos casos das fraturas terem ultrapassado estes limites, o Operador será obrigado a suspender as operações e comunicar a ANP. Somente após aprovação da Agência Reguladora as operações normais poderão ser retomadas. Neste caso o Operador poderá ser instado a realizar ações de controle e mitigação ou mesmo suspender a atividade definitivamente, conforme for o entendimento da ANP a respeito dos riscos existentes.

A resposta a possíveis emergências deverá ser realizada conforme Plano de Emergência bem estabelecido e aprovado pela ANP. Além dos requisitos definidos já existentes no item 9 – Plano de Emergência do RTSGI, a proposta de regulamentação em questão classifica como incidente comunicável, já definido na Resolução ANP nº 44/2009, como risco de dano ao meio ambiente, falha de integridade de poço, indício de fraturamento alcançando poço adjacente ou corpo d’água.

Assim como os outros dois tópicos, para a Gestão de Segurança Operacional, o Operador deverá apresentar um conjunto de informações quando da solicitação de aprovação do projeto de fraturamento hidráulico não convencional. Serão solicitados dados como:

1. descrição do método de recuperação e tratamento do fluido que será reutilizado;
2. estimativa dos volumes de água tanto a serem utilizados quanto a serem recuperados e tratados após a operação de fraturamento;
3. descrição dos componentes químicos e propantes a serem utilizados;
4. estratégias de controle, tratamento e recuperação e resíduos sólidos e líquidosde efluentes gerados;
5. esquema de funcionamento do sistema de monitoramento da operação de fraturamento hidráulico; e
6. descrição dos cenários acidentais e respectivos planos de resposta à emergência.

Toda a atividade deverá ser conduzida obedecendo ao critério de um mínimo de duas barreiras de segurança. Isto significa que entre quaisquer formações, ou entre uma formação e a superfície, cuja troca de fluidos possa significar dano ambiental, às pessoas ou ao patrimônio da União, deverá ser colocado um mínimo de duas barreiras de segurança independentes e solidárias.

Uma barreira de segurança é o conjunto de unidades denominadas elementos de barreira. Estes elementos de barreira devem ficar dispostos no caminho do fluxo de fluidos bloqueando completamente a sua passagem. Pode-se citar como exemplo de barreira de segurança um tampão de cimento, o revestimento adjacente, a cimentação deste revestimento e a formação adjacente. Cada um destes elementos deve estar firmemente conectado ao elemento adjacente para poder executar a função de isolamento. Um conjunto de elementos de barreira somente poderá ser considerado uma barreira de segurança quando foi testado para valores de pressão superiores aos máximos previstos e com mesmo sentido de gradiente.

As outras duas características que as barreiras de segurança devem possuir, serem independentes e solidárias, têm relação com a garantia da duplicidade do bloqueio ao fluxo. São consideradas barreiras de segurança independentes aquelas que não compartilham nenhum elemento de barreira. E são consideradas barreiras de segurança solidárias aquelas que bloqueiam o sentido do fluxo em série. Isto é, quando a barreira de segurança primária impede o fluxo de certo fluido de um reservatório para outro, a barreira de segurança secundária deverá executar exatamente a mesma função, para o mesmo fluido, entre os mesmos reservatórios.

1. **Conclusão**

A realização da 12ª Rodada de Licitações poderá trazer a possibilidade de serem iniciadas as operações de exploração de recursos não convencionais no Brasil. Tendo em vista a importância da atividade e as questões ambientais sensíveis existentes, torna-se imprescindível que a ANP possua regulamentação adequada aos propósitos de tornar viável a execução do fraturamento hidráulico não convencional no país, mantendo a proteção adequada ao meio ambiente e às pessoas.

Sendo assim, foi elaborada uma proposta de regulamentação de segurança operacional e meio ambiente condicionando a execução das atividades ao desenvolvimento, por parte do Operador, de um Sistema de Gestão de Segurança Operacional e de um Sistema de Gestão Ambiental. Nesse cenário, o Operador deverá apresentar uma série de documentações que evidencie o completo domínio da atividade a ser realizada, de forma a ser capaz e efetivamente se comprometer a operar dentro das melhores práticas da indústria de petróleo e gás natural.

A regulamentação proposta apresenta três principais tópicos. O primeiro a respeito do Sistema de Gestão Ambiental, insta o Operador a (i) realizar todo o licenciamento ambiental necessário; (ii) realizar estudos dos aquíferos locais e simulações de forma que se possa reduzir ao máximo os riscos de contaminação; (iii) desenvolver estratégias de controle, tratamento e reutilização de efluentes gerados durante o processo de fraturamento hidráulico; e (iii) realizar acompanhamento da qualidade da água em corpos d’águapoços de água e aquíferos nas imediações do poço.

O segundo tópico é referente ao projeto de fraturamento hidráulico não convencional. Este tópico alcança o projeto de perfuração do poço de forma que sua estrutura fique adequada às operações de fraturamento hidráulico não convencional. Com relação ao fraturamento em si, são exigidas, entre outras informações, os resultados das simulações, estudos da possibilidade de conectividade com poços adjacentes e o risco de problemas de controle destes poços. Também é exigida a preparação de análises de riscos, tanto da perfuração do poço quanto da atividade de fraturamento hidráulico.

E como terceiro tópico, a regulamentação proposta exige que o Operador possua um Sistema de Gestão de Segurança Operacional adequado à atividade. O Operador deverá garantir, entre outros requisitos, a realização das operações seguindo procedimentos implantados, com treinamento adequado da força de trabalho, executando de forma eficiente inspeções e manutenção dos equipamentos e linhas, aplicando as análises de gerenciamento de mudanças, quando for o caso e mantendo um Plano de Resposta à Emergência apropriado e exequível.

Apesar da complexidade do fraturamento hidráulico não convencional, tal operação está contida em uma atividade maior que é a perfuração de poços terrestres. Sendo assim, sugere-se que, quando for desenvolvida a regulamentação de poços terrestres, seja inserido o regulamento aqui proposto.

Como a exploração e a produção de recursos não convencionais no mundo têm crescido significativamente nos últimos anos e tende a continuar em franco crescimento, novos conhecimentos, tendências e tecnologias surgirão como resultados dos contínuos estudos na área e aquisição de experiências. Sendo assim, é recomendável que esta regulamentação, uma vez publicada, seja continuamente revisada, de forma a mantê-la em consonância com as melhores práticas da indústria de petróleo e gás natural.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Luciano da Silva Pinto Teixeira**

Assessor Técnico de Segurança Operacional e Meio Ambiente

De acordo,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Hugo Manoel Marcato Affonso**

Superintendente-adjunto de Segurança Operacional e Meio Ambiente

1. **Referência Bibliográfica**

1. **US Environmental Protection Agency.** *Plan to Study the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources.* Washington, D.C. : s.n., 2011.

2. **Suguio, Kenitiro.** Geologia Sedimentar. *Geologia Sedimentar.* São Paulo : Editor Blucher, 2003.

3. **King, George E.** Years of Gas Shale Fracturing 101: What Every Representative, Environmentalist, Regulator... Should Know About Estimating Frac Risk and Improving Frac Performance in Unconventional Gas and Oil Wells. *SPE International.* 2012, Vol. SPE 152596.

4. **Howarth, Robert W.** Should Fracking Stop? *Nature.* 15 de 09 de 2011, pp. 271-275.

5. **EIA.** *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States.* Washington, D. C. : U.S. Energy Information Administration (EIA), 2011.

6. —. *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States.* Washington, D.C. : U. S. Energy Information Administration (EIA), 2013.

7. **Osborn, Stephen G., et al.** Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. *PNAS.* 2011, Vol. 108.

8. **Warner, Nathaniel R., et al.** Geochemical evidence for possible natural migration of Marcellus Formation brine to shallow aquifers in Pennsylvania. *PNAS.* 2012, Vol. 109.

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

10. **Hayes, Thomas.** *Sampling and Analysis of Water Streams Associated with the Development of Marcellus Shale Gas.* Del Plaines : Gas Technology Institute, 2009.

11. *Taking the Water Out of Fracking.* **Israelson, David.** s.l. : The Globe and Mail, 21 de 08 de 2013.

12. *Drillers Begin Reusing "Frack Water".* **Sider, Alison, Gold, Russell e Lefebvre, Ben.** s.l. : The Wall Street Journal, 2012.

13. **United States Environmental Protection Agency (EPA).** *Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources - Progress Report.* Washington, D. C. : EPA Office of Research and Development, 2012.

14. **The Royal Society and The Royal Academy of Engineering.** *Shale Gas Extraction in the UK: A Review of Hydraulic Fracturing.* London : s.n., 2012.

15. **State Review of Oil and Natural Gas Environmental Regulations, Inc. (STRONGER).** *2013 STRONGER Guidelines.* s.l. : STRONGER, 2013.

16. **Colorado Oil and Gas Conservation Commission (COGCC).** *300 Series: Drilling, Development, Production and Abandonment.* Denver : s.n., 2013.

17. —. *600 Series: Safety Regulations.* Denver : s.n., 2013.

18. —. *900 Series: E&P Waste Management.* Denver : s.n., 2011.

19. **National Energy Board (NEB).** *Filing requirements for Onshore Drilling Operations Involving Hydraulic Fracturing.* Calgary : s.n., 2013.

20. **Alberta Energy Regulator.** *Directive 083: Hydraulic Fracturing - Subsurface Integrity.* Calgary : s.n., 2013.

21. **Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques.** http://www.senat.fr/rap/r12-640/r12-6401.pdf. *RAPPORT D’ÉTAPE sur Les techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l’exploration et l’exploitation des hydrocarbures non conventionnels.* [Online] 5 de 06 de 2013. [Citado em: 11 de 10 de 2013.] http://www.senat.fr/rap/r12-640/r12-6401.pdf.

22. **Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).** *Resolução nº 6, de 25 de junho de 2013.* Brasília : s.n., 2013.

23. **American Petroleum Institute (API).** Hydraulic Fracturing Operations - Well Construction and Integrity Guidelines. *API Guidance Document HF1.* Washington, D. C.  : API Publishing Services, 2009. First Edition.

1. O *Gas Technology Institute - GTI* foi formado em abril de 2000 pela junção de dois centros de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia dos Estados Unidos: o *Gas Research Institute – GRI*, fundado em 1976e o *Institute of Gas Technology – IGT* fundado em 1941. [↑](#footnote-ref-2)