

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ASPECTOS AMBIENTAIS DO FRATURAMENTO HIDRÁULICO EM RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO E GÁS NÃO CONVENCIONAIS NA BACIA DO RECÔNCAVO BAIANO

AUTORES:

Lucas da Silva e Silva¹; Michelle Sinara Gregorio Dantas²; Ana Cristina Moraes da Silva¹

INSTITUIÇÃO:

¹Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil; ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

ASPECTOS AMBIENTAIS DO FRATURAMENTO HIDRÁULICO EM RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO E GÁS NÃO CONVENCIONAIS NA BACIA DO RECÔNCAVO BAIANO

Abstract

This paper discuss Environmental Analysis, Petroleum Engineering specifically oil and gas production through Unconventional Hydraulic fracturing, topics of environmental regulation related to the use of the Hydraulic Fracturing in Brazil focusing in the State of Bahia, the environmental risks associated with this technique. With these information in account, is possible to suggest further studies, environmental monitoring practices, aiming to contribute to an optimal operational control and safety, which is, at the moment, a topic of relevant environmental concern due to the possibility of use in the reservoirs located in the Bacia do Recôncavo, State of Bahia, Brazil. The Unconventional Hydraulic Fracturing is a broadly experimented technique that has already efficient monitoring technology and practices. Therefore, the Unconventional Fracturing environmental risk's analysis is less reliable than the conventional Fracturing due to the sum of the following consequences: expansion of the well net-chain, the cumulative effects in the reservoir, the variable structure of the geology basins. The possibility of an inaccurate estimative of synergy effect between fractures and future well disclosure are issues, if proven by future environmental studies, could make the Hydraulic Fracturing not viable in large scale in the Recôncavo Baiano.

Introdução

O conceito de fraturamento hidráulico remonta de 1860, sendo aplicado comercialmente em 1949 em duas cidades dos Estados Unidos, Stephens County - Oklahoma e Archer County – Texas (BECKWITH, 2010). O fraturamento hidráulico é uma técnica que consiste em injetar, em um poço de petróleo, grande volume de fluido de fraturamento a altas pressões com o intuito de promover condições de maior permeabilidade para rocha reservatório, tendo como consequência e objetivo o aumento de produção de óleo ou gás (ECONOMIDES, NOLTE, 2000).

A estimulação de reservatórios não convencionais se destacou como uma alternativa, economicamente, viável para indústria petrolífera em casos de reservatórios com baixa permeabilidade. O aumento do uso desse método e, possivelmente, a não observação de boas práticas de engenharia de petróleo, acarretaram em diversos registros de acidentes no mundo. Apesar dos possíveis impactos ambientais negativos, o método de fraturamento hidráulico é aplicado, principalmente, por necessidade estratégica, visando equilibrar o balanço energético.

A preocupação sobre a segurança do processo, a contaminação de aquíferos e os abalos sísmicos, que, supostamente, são desencadeados e amplificados pelo fraturamento do reservatório, resultou no questionamento da viabilidade ambiental deste método nos países que o utilizam, inclusive no de origem, Estados Unidos (HEALY, 2015) levando a proibição da sua aplicação na Bulgária e na França ou a declaração da sua moratória na Irlanda, na República Tcheca, na Escócia, na Alemanha e na Espanha (THE GUARDIAN, 2015).

Em 21/11/2013, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em audiência pública ocorrida no Rio de Janeiro colocou em pauta uma proposta de resolução técnica-ambiental para projeto de poço e fraturamento hidráulico em reservatório não convencional, a qual foi aprovada através da Resolução ANP nº 21, de 11/04/2014 (ANP, 2014) que trata de promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do Petróleo, do Gás Natural e dos Biocombustíveis. Embora, aprovada a resolução supracitada, ainda são necessários estudos para adequações técnicas e ambientais que levem em consideração as especificidades locais.

Este trabalho leva em consideração características da Bacia do Recôncavo para aplicação do fraturamento não convencional a fim de contribuir para regulação técnica e ambiental dessa técnica na Bacia do Recôncavo.

Metodologia

De forma a atingir os objetivos desse estudo foram realizadas pesquisas em sítios de organismos reguladores internacionais com o objetivo de levantar dados e estudos sobre os impactos ambientais específicos ao fraturamento hidráulico não convencional. Além de pesquisas em jornais e publicações eletrônicas para obter fatos e notícias relacionadas aos acidentes vinculados à prática de fraturamento hidráulico.

Também foram estudadas a bibliografia técnica e as boas práticas da indústria petrolífera atrelando o conhecimento técnico e à experiência adquirida junto ao Instituto de Meio Ambiente e Recursos hídricos da Bahia – Inema.

Durante as pesquisas sobre o fraturamento hidráulico não convencional foi possível identificar os impactos ambientais negativos diretamente associados ao fraturamento os quais são reforçados por cobertura jornalística e os estudos da “Environmental Protection Agency” (EPA) dos Estados Unidos.

O levantamento das medidas de controle foi embasado na experiência adquirida junto ao Inema, durante o curso específico sobre fraturamento além de experiências do estado de Michigan e as informações contidas no trabalho de King, (2012).

As análises foram aplicadas à região onde foram destinados os primeiros blocos da rodada 12 do leilão da ANP, tendo em vista que somente esses foram disponibilizados para uso do fraturamento hidráulico na Bacia do Recôncavo (Figura 1). Os municípios diretamente envolvidos são onde há a localização de um bloco exploratório leiloadado pela ANP na Rodada 12 a saber: Candeias, Camaçari, Cardeal da Silva, Dias D'Ávila, Entre Rios, Esplanada, Mata de São João, Pojuca, São Sebastião do Passé, Simões Filho.

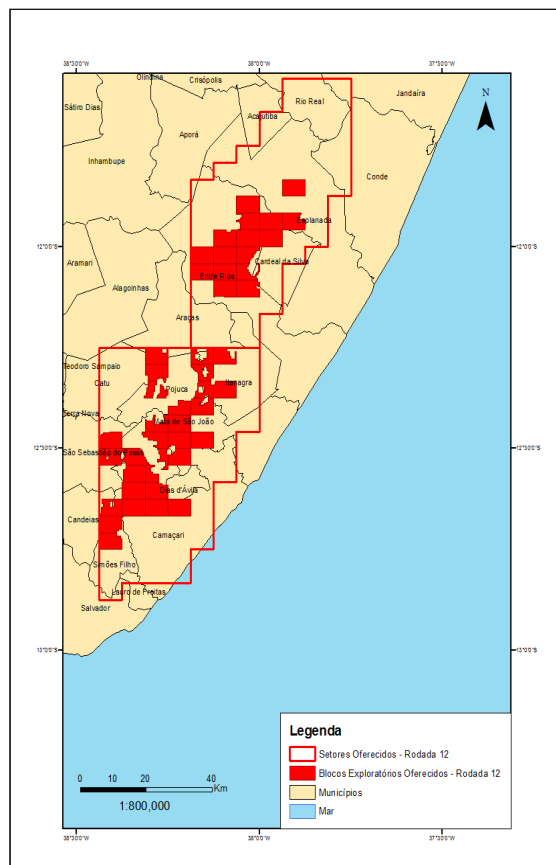


Figura 01: Mapa Blocos exploratórios sobre os municípios. Dos autores

Resultados e Discussão

Após delimitação e devida concessão dos blocos, para implantação das atividades de perfuração e produção é necessária uma licença ambiental. Em específico, para poços em terra, a licença ambiental pode ser concedida pelo Ibama ou, de acordo com a Resolução N° 237, de 19/12/1997, a responsabilidade pode ser repassada para órgãos supletivos, no caso dos blocos na Bacia do Recôncavo, para o Inema, órgão estadual responsável pelas licenças ambientais concedidas no estado da Bahia. Como a atividade de perfuração e estimulação por fraturamento hidráulico são consideradas atividades temporárias a natureza da licença é autorização ambiental e não uma licença de operação.

Após questionamentos em 2014 a ANP estabeleceu parâmetros técnicos por meio da Regulamentação n° 21 com a finalidade de promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades de fraturamento hidráulico não convencional no Brasil, seguindo os padrões internacionais das melhores

práticas da indústria. Entre os oito tópicos apresentados na resolução destacam-se os subitens “Sistema de Gestão Ambiental”, “Projeto de poço com Fraturamento Hidráulico em Reservatório Não Convencional”, “Simulação de fraturas”, “Análises de Riscos”, “Resposta à emergência”. Muitas sugestões e normas foram incorporadas neste trabalho com o foco específico para aplicação nos blocos concedidos na 12ª rodada na Bacia do Recôncavo. Contudo, a regulamentação não é específica, deixando para os órgãos supletivos suprirem todas as necessidades para cada campo produtor de petróleo dentro de uma bacia produtora.

É possível notar que as responsabilidades de todos os estudos ambientais recaem sobre a operadora, deixando a responsabilidade e custos dos estudos para a iniciativa privada. No sub tópico onde apresenta as exigências para “Análise de Riscos” informa que operador deve considerar na análise de risco cenários onde haja comunicação entre poços no mesmo reservatório. As operadoras consideram alguns dados, principalmente os de produção, como informações sigilosas e, provavelmente, por consequência tornaria o resultado da análise de risco irreal ou perigosa quando houver um outro poço de outra operadora envolvido na análise de risco.

Apesar da regulamentação nº 21 estar embasada no ponto de vista de especialistas do Brasil e claramente em experiências e decisões de outras agências internacionais, ela não proporciona regulação regional, ou seja, não há uma análise geral das inter-relações entre projetos de operadoras diferentes. Assim, os sub tópicos supracitados que tratam análise de risco e responsabilidade dos estudos ambientais precisariam ser aprimorados com outras ferramentas de análise ambientais para que seja possível subsidiar a decisão dos órgãos supletivos durante o processo de concessão do licenciamento ambiental para Bacia do Recôncavo.

Diante da inevitabilidade e pujante necessidade de estudos ambientais mais elaborados para a melhor compreensão da aplicação do fraturamento hidráulico não convencional na Bacia do Recôncavo, ferramentas de aplicação de gestão ambiental tais como Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Estudos de Impacto Ambiental (EIA), Avaliação Ambiental de Área Sedimentar (AAAS) e licenciamento ambiental devem ser consideradas como prioridade pelo Estado.

Os empreendimentos que usam a técnica de fraturamento hidráulico não convencional apresentam um desafio no que diz respeito à regulação ambiental, visto que existem preocupações com o risco de impactos ambientais, como a contaminação da água, preocupações sobre a grande demanda de água em sua aplicação, consequências do uso da água e a estimulação de atividade sísmica.

Na Bacia do Recôncavo localiza-se um aquífero de grande importância para a região, onde está localizada a Formação São Sebastião, cuja reserva é de 200.000×10^6 m³ de água permanente que abastece as cidades circunvizinhas: Candeias, Camaçari, Cardeal da Silva, Dias D'Ávila, Entre Rios, Esplanada, Mata de São João, Pojuca, São Sebastião do Passé e Simões Filho. Essa configuração hidrogeológica e social reafirma a preocupação com possíveis impactos ambientais ocasionados pelas atividades de fraturamento hidráulico não convencional (ABAS, 2003).

O volume de água demandado para aplicação adequada da técnica de fraturamento hidráulico não convencional nos Estados Unidos é muito grande, em parte pela profundidade, pela natureza e pela dimensão dos reservatórios (KING, 2012). Pode-se comparar os dados apresentado pela Tabela 01 e Tabela 02. A Tabela 01, apresenta os volumes médios de água demandados na perfuração e fraturamento hidráulico não convencional em formações nos Estados Unidos, já a Tabela 02 mostra as operações de fraturamento hidráulico convencionais em poços já estimulados na Bacia do Recôncavo mostrando a média de volumes utilizado de água em operações de estimulação fraturamento realizadas nessa bacia. A demanda de água utilizada na técnica em larga escala de fraturamento não convencional feito nos Estados Unidos e o fraturamento convencional usado no Brasil tem valores díspares. Pode-se observar, em destaque nas duas tabelas, que em relação ao consumo da água está na ordem de grandeza de 10^4 m³ bem maior do que utilizado nos fraturamentos convencionais aqui na Bacia do Recôncavo equivalente a 10^1 m³ de água (KING, 2012; ANP, 2012).

Tabela 01: Dados sobre poços tratados com fraturamento hidráulico nos principais reservatórios dos EUA.

Locações EUA	Média do volume de água usado na perfuração (m³)	Média do volume de água usado no fraturamento (m³)
Barnett	946, 35	17412, 89
Eagle Ford	473, 18	18927, 06
Haynesville	2271, 47	18927, 06
Marcellus	321, 76	21198, 31
Niobara	1135, 62	11356, 24

Fonte: Adaptado KING, 2012.

Tabela 02: Dados sobre poços tratados com fraturamento hidráulico na bacia do Recôncavo por operadora brasileira.

POÇO	Pressão de Quebra (kgf/cm³)	Pressão de propagação (kgf/cm³)	Volume de água utilizado (m³)	Altura da Fratura (m)	Reservatório
7-AG-424D-BA	113	108	64,35	30	AFLIGIDOS
7-AR-336D-BA	456	202	51,64	15	SERGI 8
7-FI-115D-BA	187	116	22,71	6	SANTIAGO 5
7-FI-116D-BA	148	84	22,71	5	CATU 2
7-MGP-99D-BA	151	88	208,18	66	CARUAÇU 4
7-MP-50D-BA	154	6	151,4	35	CARUAÇU
7-RCB-61-BA	288	145	64,96	15	CANDEIAS
7-TQ-206D-BA	111	31	75,7	25	SANTIAGO 3 E 4
8-FBE-65DP-BA	246	176	30,29	3	ITA-C

Fonte: Adaptado: Nota técnica ANP, 2012

Por meio dos dados supracitados, pode-se observar que aumento considerável do consumo de água para as operações de fraturamento hidráulico não convencionais que tem como consequência aumento do risco de uso predatório de recursos hídricos, tema cujo os agentes envolvidos nas decisões referente à água no Estado.

Um fator relevante é a disponibilidade de água, esse tema é discutido no trabalho da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2003). Em que mostra a disponibilidade hídrica da região onde se encontra a Bacia do Recôncavo. Nesse estudo a disponibilidade da água é limítrofe em relação à demanda de consumo. Um fator agravante para tal consumo é a existência de atividades comerciais diretamente dependentes da água do aquífero de São Sebastião, tais como a lavra de água, agronegócio e produção industrial de bebidas, ambos já responsáveis pelo aumento considerável da demanda.

A água utilizada para o fraturamento não convencional na Bacia do Recôncavo não deve ser composta por água doce, nem seria possível, da mesma forma que não é usada no mundo inteiro, sendo necessário então que toda a água consumida para injeção seja proveniente de águas industriais. A demanda de água pode ser alimentada pelas indústrias já instaladas no pólo petroquímico, como alternativa mais indicada. Ao considerar a utilização da técnica de fraturamento hidráulico é necessário tomar medidas preventivas no que tange à mobilização, utilização e adequado descarte e tratamento de fluidos. A água para formação do fluido de fraturamento, o propante e a água que posteriormente será produzida.

A contaminação da água pode ocorrer através dos quatro cenários principais: a migração acidental do fluido de fraturamento para aquíferos; acidentes com água produzida poluída; e acidentes durante o transporte, manuseio e estocagem dos produtos químicos usados para produção do fluido de fraturamento.

A possibilidade de extravasamento e contaminação da água em subsuperfície e superfície pelo fluido de fraturamento, gás ou óleo é um assunto relevante, principalmente no que diz respeito à Bacia do Recôncavo a possível contaminação de seu importante aquífero São Sebastião.

Sobre o comportamento da água injetada no reservatório componente do fluido de perfuração, ainda é necessário observar as características do sistema petrolífero Candeias–Sergi/Ilhas, pois riscos como dissolução de domos e subsidência de camadas estratigráficas durante a injeção de fluido, podem danificar a estanqueidade do poço e representar riscos de acidentes. Como consequência desse evento, uma falha na segurança do poço, é possível que existam mudanças no gradiente de “escoamento” das formações o que possibilitaria a conexão, por meio das falhas no revestimento do poço, entre formações subjacentes incorrendo em risco de contaminação da água subterrânea por fluido de fraturamento e hidrocarbonetos migrantes ou por meio do poço danificado ou através da rocha reservatório (que está acima da rocha alvo).

Além de riscos relacionados aos poços ativos, existe ainda o risco do fluido de fraturamento migrar guiado por um poço de petróleo abandonado, cuja cimentação e revestimento foram feitos há muito tempo e não apresentam mais a concisão de estanqueidade de quando construídos, isso é preocupante principalmente quando se trata de uma bacia com campos marginais, como é o caso da Bacia do Recôncavo.

Desta forma, o risco de contaminação da água por más práticas industriais tais como: sub dimensionamento da pressão de trabalho do poço, cimentação de baixa qualidade, revestimento inadequado, instalação inadequada de obturadores e poços abandonados, apresentam maior risco de ocorrência devido ao acréscimo da pressão do poço durante os estágios de fraturamento. Todos esses riscos são aumentados quando se trata de fraturamento hidráulico não convencional.

Quando se considera o risco de danos em água de superficiais, há o aumento do risco de acidentes durante transporte de produtos químicos, acidentes durante produção e armazenamento do fluido de fraturamento. Contextualizando com o uso da técnica de fraturamento hidráulico no Recôncavo, nem todas as rodovias baianas que serviriam para o transporte dos insumos químico, para o fluido de fraturamento estão num estado de segurança apropriado para transporte de grandes volumes, o que pode incorrer em riscos de acidentes ambientais com chance de contaminação de solo e águas superficiais.

Também é necessário que as empresas que optarão por produzir por meio da técnica tomem cuidado e criem rotas seguras de transporte, principalmente as rodovias de acesso à área do poço aproveitando a melhor infraestrutura tentado pegar tudo ao redor do polo que já tem ruas e pistas estabelecidas, porém qualquer rodovia de tráfego pesado terá um custo ambiental que deve ser levado em consideração nos estudos ambientais.

A fabricação e armazenamento do fluido de fraturamento se dá em campo, principalmente pelo nível de incertezas naturais provenientes das vicissitudes comportamentais do reservatório podendo necessitar de variadas composições em volta da área de trabalho. O que acarreta em estoque de grande quantidade de água em comparação com a usada para o fluido de perfuração.

Toda água utilizada para as operações de fraturamento hidráulico fica reservada em pequena barragem de represamento feitas em campo durante a fase do projeto de estimulação por fraturamento hidráulico. Os insumos são estocados em tanques e a água e fluido de fraturamento fabricado são usualmente contidos em diques impermeabilizados próximo à uma estação de tratamento quanto que os outros produtos químicos são guardados em tanques e diques estanques preparados para armazenamento.

Apesar de remoto, não se pode descartar os riscos de acidentes por meio de qualquer falha na contenção dessa grande quantidade de fluido armazenado ou transbordamento por meio das intempéries.

O período chuvoso no Recôncavo é representado pelos 4 meses, de abril a julho (MACHADO, 2010). Durante o período chuvoso, com possibilidade de precipitar 100 mm durante um dia, é notório o risco da não contenção da água de produção, o fluido de fraturamento já produzido e a água represada. Caso não estocada de forma correta há a possibilidade de extravasamento por causa do aumento rápido de volume sendo necessário cuidados relacionados tanto à contenção de vazamentos quanto a evitar que essa água da chuva caia nos diques.

Possíveis impactos e correlação com análises de riscos ambientais em outros países

Para o caso da Bacia do Recôncavo, baseado na correlação com os estudos da AEA (2012) foram estudados os impactos relacionadas ao uso da água, contaminação da água e contaminação do solo por produtos químicos.

Para os fatores geradores relacionados ao uso da água são considerados: quantidade de água retida na formação, impossibilidade de reciclar uma fração da água e aumento considerável da demanda de água da região. Para os fatores geradores relacionados a contaminação da água, possibilidade de falhas na estanqueidade do revestimento, falhas na estanqueidade da cimentação, migração acidental de fluidos por meio de fraturas induzidas, aumento de sismicidade.

Para os impactos relacionados ao solo foram identificados os fatores geradores como: aumento das malhas rodoviárias e contaminação do solo por meio de insumos para produção do fluido de fraturamento.

Os fatores geradores relacionados à poluição do ar não foram considerados por entendimento de não se tratar de um impacto exclusivo do fraturamento hidráulico, tendo em vista que uma grande parte da região está localizada ao pólo petroquímico da Bahia. Todos os fatores geradores são sumarizados no Quadro 01.

Quadro 01: Sumário preliminar dos possíveis impactos inerentes ao fraturamento hidráulico no que tange a meio físico apresentados e discutidos anteriormente nesse trabalho. Fonte do autor

Possíveis Impactos	Fator Gerador
Uso predatório da água	Água retida na formação
	Impossibilidade de reciclar uma fração da água
	Aumento considerável da demanda de água regional
Contaminação da água	Falha de estanqueidade do revestimento
	Falha de estanqueidade da cimentação
	Migração acidental de fluido por meio de fraturas induzidas que interliguem a formação alvo ao aquífero
	Migração acidental de fluidos por meio de sismos ou fraturas naturais
	Possível acidente na estocagem de água de retorno (água produzida) e tratamento
Contaminação do solo por produtos químicos	Acidente com transporte de produtos químicos
	Aumento da malha de rodovias

Baseando-se nos estudos do AEA, EPA e do Estado de Michigan foi possível utilizar o quadro geral feito pelo estudo da AEA e usá-los para o Recôncavo pois fatores que são considerados para um poço podem ser correlacionados (AEA, 2012).

No Quadro 02 encontram-se os possíveis riscos de impactos ambientais, ao meio físico, referente à cada etapa da atividade de fraturamento, para apenas um poço, desde o projeto de poço, perfuração, cimentação, passando pela etapa de fraturamento, completação e abandono do poço. Os riscos foram classificados em baixo, moderado, moderado-alto e alto

O que é possível concluir, baseando-se nas informações contidas no Quadro 03 é que o risco ambiental para várias operações de fraturamento hidráulico em um mesmo campo ou reservatório aumenta consideravelmente, não só por uma questão probabilística, mas se o Estado poderia ter capacidade de fiscalizar de forma concreta um número tão grande de operações de fraturamento hidráulico não convencionais no Recôncavo Baiano, sobretudo diante da natureza temporária das atividades de fraturamento hidráulico em si.

Quadro 02: Avaliação de Risco ao meio físico para **LOCAÇÕES ÚNICAS**

Sumário preliminar de avaliação de risco							
Locações únicas (apenas um poço)							
Aspecto ambiental	Preparação das operações de fraturamento e identificação em campo	Projeto de poço, perfuração, revestimento e cimentação	Fraturamento	Completação de poço	Produção	Abandono de poço	Classificação geral
Contaminação de água subterrânea	Não se aplica	Baixo	Moderado /alto	Alto	Moderado /alto	Não classificável	Alto
Contaminação de água superficial	Baixo	Moderado	Moderado /alto	Alto	Baixo	Não se aplica	Alto
Consumo de água	Não se aplica	Não se aplica	Moderado	Não se aplica	Moderado	Não se aplica	Moderado
Uso do solo	Moderado	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Moderado	Não classificável	Moderado
Sismicidade	Não se aplica	Não se aplica	Baixo	Baixo	Não se aplica	Não se aplica	Baixo

Quadro 03: Sumário preliminar de avaliação de risco **LOCAÇÕES CUMULATIVAS (MÚLTIPLOS POÇOS)**

Sumário preliminar de avaliação de risco							
Locações cumulativas (múltiplos poços)							
Aspecto ambiental	Preparação das operações de fraturamento e identificação em campo	Projeto de poço, perfuração, revestimento e cimentação	Fraturamento	Completação de poço	Produção	Abandono de poço	Classificação geral
Contaminação de água subterrânea	Não se aplica	Baixo	Moderado /alto	Alto	Alto	Não classificável	Alto
Contaminação de água superficial	Moderado	Moderado	Moderado /alto	Alto	Moderado	Não se aplica	Alto
Consumo de água	Não se aplica	Não se aplica	Alto	Não se aplica	Alto	Não se aplica	Alto
Uso do solo	Muito Alto	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Alto	Não classificável	Alto
Sismicidade	Não se aplica	Não se aplica	Baixo	Baixo	Não se aplica	Não se aplica	Baixo

Fonte: modificado AEA, 2012

Comparando os Quadros 02 e 03, fica evidente que os aspectos ambientais cujos riscos, ao meio físico, aumentam proporcionalmente à quantidade de poços tratados por fraturamento hidráulico não convencional, estão relacionados aos recursos hídricos e uso do solo.

Em relação ao consumo de água, os riscos para múltiplos poços tratados com a técnica são explicados pelo aumento do uso de água e por consequência ocorre um acréscimo do eventual aprisionamento de água injetada durante as operações de fraturamento, bem como o aumento do volume de água de difícil tratamento que pode gerar acidentes como os que foram discutidos nesse trabalho.

O aumento de poços tratados com fraturamento hidráulico não convencional, tem um risco maior de impacto negativo no uso do solo se comparado a um poço regular. Esses riscos de impactos negativo são diretamente ligados aos diques e à maior disposição de equipamentos requeridos à aplicação do método.

Conclusões

O fraturamento hidráulico é sem dúvida, do ponto de vista puramente técnico, uma alternativa atrativa para viabilizar a recuperação de petróleo e gás em campos maduros, em reservatórios de baixa permeabilidade, como os que podem ser encontrados na Bacia do Recôncavo baiano.

Entretanto, os aspectos ambientais específicos da Bacia do Recôncavo ainda não foram devidamente investigados por meio de ferramentas de gestão e estudos ambientais mais específicos.

A regulação específica que deve ser aplicada precisa ser melhor definida pela AAE que estabelecerá a necessidade estratégica do Estado determinando o interesse em produzir petróleo e gás, na Bacia do Recôncavo, por meio do fraturamento hidráulico não convencional. Caso seja confirmado o interesse do Estado é sugerido por esse trabalho que o CTA que irá compor o AAAS seja também composto por ao menos representantes do corpo de técnicos do Inema e ANA, além dos partícipes exigidos por lei.

Dentre os possíveis impactos ao meio físico que devem ser considerados cautelosamente, pelas empresas operadoras e pelo Estado, se destacam os que afetam os recursos hídricos do Recôncavo. Dessa forma, deve-se concentrar a atenção aos principais cenários de contaminação da água: migração acidental do fluido para o aquífero São Sebastião durante e após as operações de fraturamento; acidentes relacionados ao estoque e tratamento de água produzida; acidentes em superfície com fluido de fraturamento e seus produtos químicos. O impacto causado pelo aumento da sismicidade pode ser considerado baixo e não exige a mesma cautela que os impactos supracitados.

As medidas de controle devem ser aplicadas pela combinação da interpretação das informações fornecidas pelas ferramentas, dentre a principal a microsísmica, e o por meio das condicionantes, baseadas nas informações do AAAS e AEA, presentes na licença ambiental.

A viabilidade ambiental para um poço isolado pode ser considerada, caso sejam aplicadas as melhores práticas da indústria, equipamentos e insumos de qualidade, porém, é temerário afirmar, sem um estudo aprofundado, que com o acúmulo de poços fraturados em campos da Bacia do Recôncavo existirão condições de monitoramento e prevenção de acidentes.

Apesar dos estudos ambientais essenciais ainda não concluídos é possível apontar nesse trabalho que se o fraturamento hidráulico em reservatórios não convencionais for realizado com monitoramento adequado e controle por parte dos órgãos ambientais essa atividade pode ser executada de maneira segura. Entretanto, além da Bahia ser um estado com histórica escassez de água, no Brasil existem outras fontes de hidrocarbonetos acessíveis que possivelmente são recursos mais interessantes e cuja extração implicaria num menor risco de impacto negativo ao meio ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da Escola Politécnica da UFBA e do INEMA.

Referências Bibliográficas

AEA Technology plc - “Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe”, Agosto de 2012.

ANP – BANCO DE DADOS DAS ÁREAS OFERECIDAS NA 12ª RODADA DE LICITAÇÕES (Shapefile dos blocos) – Disponível em: < http://www.brasil-rounds.gov.br/arquivos/areas_oferecidas_r12/Coordenadas_blocos/Blocos_R12.zip >, acessado em 2016, 2012.

ANP- **RESOLUÇÃO ANP Nº 21, DE 10.4.2014 - DOU 11.4.2014.** Disponível em:<[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/abril/ranp%2021%20-%202014.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/abril/ranp%2021%20-%202014.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>, acessado em 2016, 2014

ABAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS -. Projeto Água Subterrânea - Minimização das consequências da seca no Nordeste. **SUBSÍDIOS E PROPOSTAS PARA UM PROGRAMA RACIONAL DE PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA O ABASTECIMENTO DE CIDADES DE PEQUENO, MÉDIO E GRANDE PORTES NA REGIÃO NORDESTE.** JUNHO/2003.

BECKWITH, R. – “The Tantalizing Promise of Oil Shale” JPT/JPT 2010 Escritor online <<http://hydraulicfracturing.energy4me.org/wp-content/uploads/2013/07/The-Tantalizing-Promise-of-Oil-Shale.pdf>>

ECONOMIDES, M.J., NOLTE, K.G. – “Reservoir Stimulation” 3ª ed. John Wiley & Son, 2000.

HEALY, J., 2015 ACESSADO EM 29-05-2015 http://www.nytimes.com/2015/01/04/us/heavyweight-response-to-local-fracking-bans.html?_r=0

KING, G.E. - “Hydraulic Fracturing 101: What Every Representative, Enviromentalist, Regulator, Reporter, Investor, University Researcher, Neighbor and Engineer Should Know About Estimating Frac Risk and Improving Frac Performance in Unconventional Gas and Oil Wells.” SPE, 2012.

MACHADO, M. S. - ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DO MAMOEIRO ATRAVÉS DE DIFERENTES PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DA BAHIA. CRUZ DAS ALMAS – BAHIA JULHO - 2010

THE GUARDIAN, 2015. Sítio: <<http://www.theguardian.com/environment/2015/jan/28/scotland-announces-moratorium-on-fracking-for-shale-gas>>

UNIVERSITY OF MICHIGAN - “Hydraulic Fracturing in Michigan Integrated Assessment: Public Health Technical Report.” Setembro 2013