

## Levantamento logístico para as necessidades e infraestrutura para pads de exploração de gás de folhelho

Pietro Salomão de Sá <sup>1</sup>

Lucy Gomes Sant'Anna <sup>2</sup>

Hirdan Katarina de Medeiros Costa <sup>3</sup>

Edmilson Moutinho dos Santos <sup>4</sup>

Thiago Luis Felipe Britto <sup>5</sup>

### RESUMO

O artigo se propõe a sintetizar de forma geral as etapas de operação de um poço de fraturamento hidráulico (*Fracking*). Tendo isto em mente, o estudo procurou dados científicos e da indústria para alicerçar a pesquisa. Os dados coletados permitiram destrinchar diversos assuntos que envolvem o poço, assim dividindo em 9 etapas as operações do poço e seus principais materiais utilizados em cada etapa. A pesquisa identificou a dificuldade de se estabelecer de forma homogênea um padrão de operações para um *pad*, isso pode ser causado pelas diferenças de terreno, disponibilidade hídrica e dispersão do gás natural na bacia e entre outros.

**Palavras-chave:** Fraturamento Hidráulico, Poço, Fraturamento, Operações.

### INTRODUÇÃO

Recursos não-convencionais, a exemplo do gás de folhelho (*shale gas*), são caracterizados por serem encontrados em formações geológicas que necessitam de técnicas relativamente novas e especializadas, como o fraturamento hidráulico, para sua extração (ROKOSH et al., 2009). O custo das técnicas necessárias para extrair esses recursos ainda nas décadas passadas era inviável economicamente, porém o consumo acelerado de recursos convencionais possibilitou a viabilidade econômica desses não convencionais (MIDDLETON et al., 2017).

A rede logística para construção de um poço para produção de recurso não convencional é extensa e complexa, envolvendo reabastecimento constante e em grande escala de insumos

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Geologia da Universidade de São Paulo – SP, [pietro.sa3@usp.br](mailto:pietro.sa3@usp.br);

<sup>2</sup> Professora do Curso Geologia da Universidade de São Paulo – USP, [lsantann@usp.br](mailto:lsantann@usp.br);

<sup>3</sup> Professora do Programa de Pós Graduação em Energia da USP – [hirdan@usp.br](mailto:hirdan@usp.br);

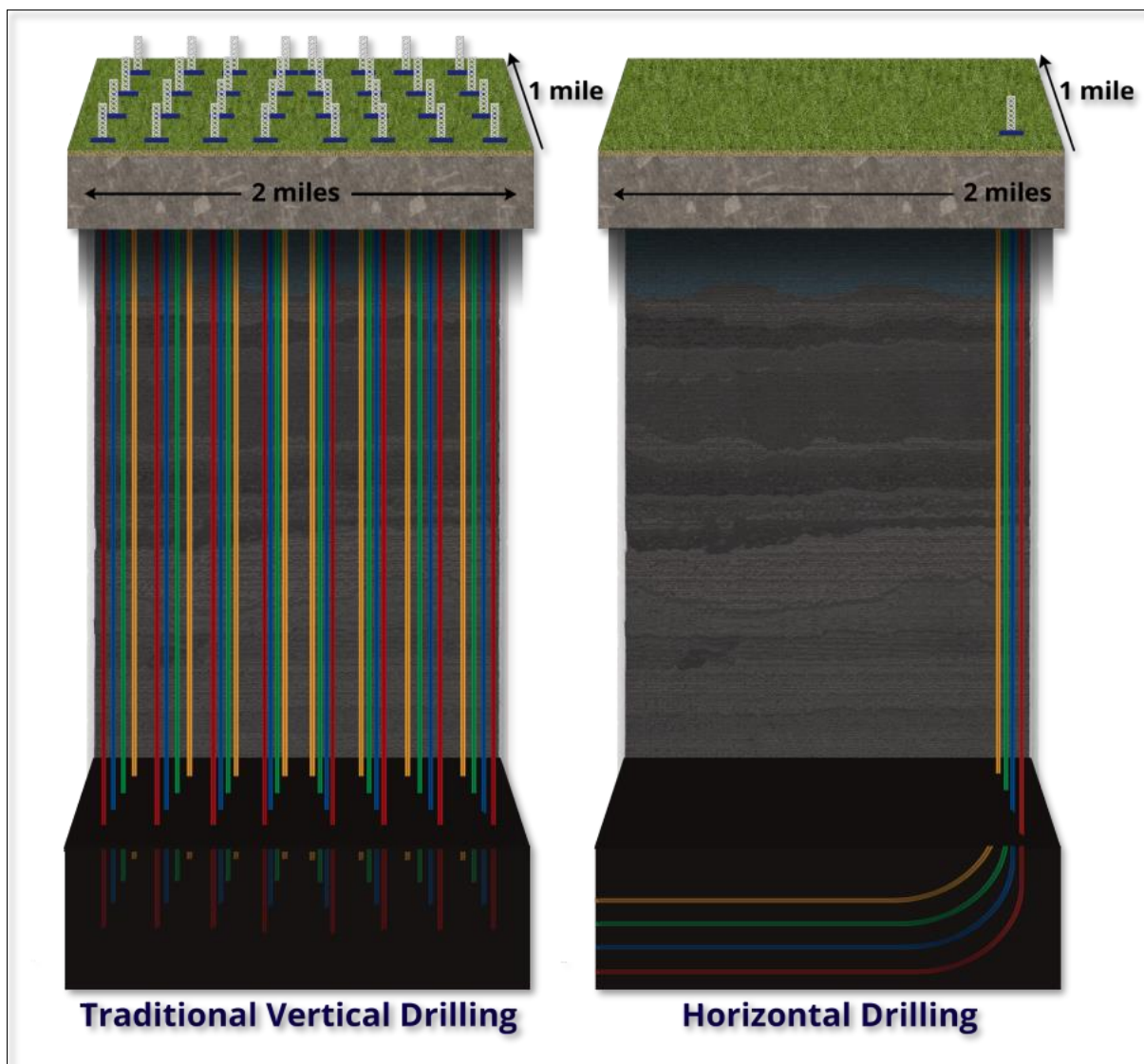
<sup>4</sup> Professor do Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo - SP, [edsantos@iee.usp.br](mailto:edsantos@iee.usp.br) .

<sup>5</sup> Orientador: Doutor pelo Programa de Energia da USP - SP, [thiagobrito@usp.br](mailto:thiagobrito@usp.br);

para o seu pleno funcionamento. O *pad*, que é a área que contém toda a infraestrutura de um poço de produção de gás natural e suas atividades.

Também, merece ressaltar que a água é um dos mais importantes insumos, pois quando um poço é estabelecido, é necessária uma fonte de água próxima para suprir o poço e diminuir a entrada de caminhões na área do *pad*.

Os caminhões são uma peça vital para o funcionamento do poço, eles não provêm somente a água que é seu insumo mais importante, como também o fluido do fraturamento (Fracking fluid). Esse fluido serve para diversos usos dentro do poço, dentre os quais, o seu mais importante é facilitar as microfraturas e liberação dos gases presentes nas camadas das rochas sedimentares. Uma escolha inicial para o poço é quantas perfurações direcionais ele vai realizar, essas perfurações servem para otimizar e maximizar a área de atuação do poço (Figura 1). Por cobrir uma área maior da região de interesse, geralmente a escolha com o melhor custo-benefício seria este modelo de com mais perfurações (Multi-well).



**Figura 1: Método tradicional de perfuração e método horizontal (MAAKS, 2018).**

O objetivo deste artigo é realizar uma revisão geral das operações de um *pad*, levando em conta desde sua criação até o encerramento de suas atividades.

## **METODOLOGIA**

Para a elaboração desse artigo, foram realizados levantamentos bibliográficos de diversas fontes, dentre elas livros, artigos e relatórios técnicos. O trabalho também se utilizou de membros da academia e da indústria para dar suporte teórico. Essa consulta foi realizada através de entrevistas e contatos de e-mail.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Os grandes projetos pilotos, exemplos de sucesso e desenvolvimento de estudos na área do fraturamento hidráulico, os quais foram escolhidos como modelos para o levantamento bibliográfico deste artigo. Os projetos escolhidos foram o MSEEL (Marcellus Shale Energy and Environment Laboratory) e o SHEER (Shale gas Exploration and Exploitation induced Risks), estes projetos são situados nos EUA e Polônia (DELGADO, 2018).

O MSEEL teve grande papel no levantamento bibliográfico deste estudo devido a acessibilidade com o coordenador do projeto Dr. Timothy R. Carr e entrevistas com empresários que construíram toda a infraestrutura do projeto piloto junto da comunidade acadêmica. Esse projeto ao longo da última década teve papel vital nos estudos do fraturamento hidráulico, com contribuições significativas na rentabilidade e diminuições de custo da operação.

O projeto SHEER pode trazer dados objetivos de medições relacionadas a assuntos ambientais. O seu banco de dados dispõe de uma grande gama de relatórios químicos, sísmicos e geológicos que informam sobre a segurança de um poço de estudo monitorado com operações controladas.

O projeto do poço transparente que é uma iniciativa de estudo do fraturamento hidráulico no Brasil, suas operações e possível poluição e funcionamento. Foi de grande inspiração para este artigo levando em conta a necessidade do entendimento das etapas de funcionamento de um poço. Um grande referencial para este trabalho foi o relatório do Departamento de Conservação Ambiental do Estado de Nova Iorque (Permissão de perfuração direcional e para grandes volumes de fraturamento) que descreve de forma robusta as operações de uma área de fraturamento hidráulico. Este trabalho entrega num formato de capítulos toda a rede logística de operações de um poço não convencional genérico, além de apresentar comparações e justificativas operacionais e financeiras para a operação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

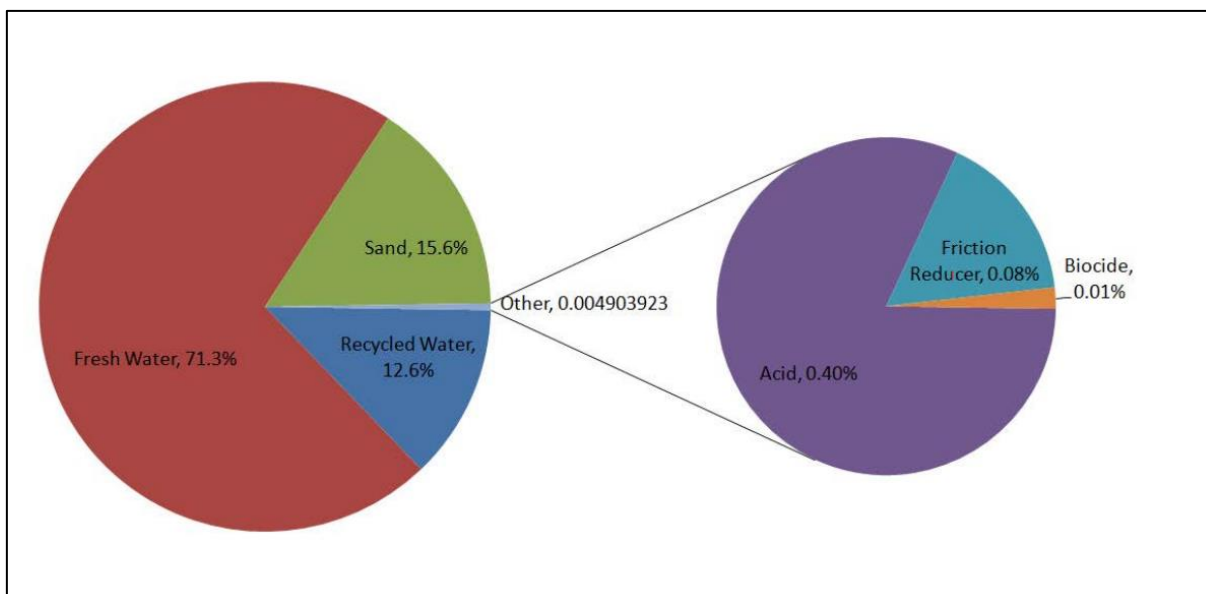
O folhelho que armazena o gás natural é naturalmente mais compactado do que outras rochas-reservatório e, por isso, um dos métodos para se extrair o gás é o fraturamento hidráulico. O fraturamento hidráulico consiste na injeção em altas pressões de líquidos que auxiliarão na expansão e quebra do folhelho, assim possibilitando a extração do gás natural. O

método necessita de grandes quantidades de água para funcionar, sendo cerca de 60% da água utilizada no processo, enquanto 40% retornam a superfície para uso posterior após tratamento. Ou seja, o planejamento de uso da água é um passo muito importante para a construção de um poço rentável e seguro.

Sendo a água o recurso mais importante para o funcionamento do poço, ela precisa estar disponível de forma rápida e ágil na perfuração (poço), tarefa que ainda requer a consideração de outros parâmetros na definição do seu uso. Primeiramente, há de se encontrar uma fonte viável local para o abastecimento do poço, verificar a posse do local e iniciar o processo burocrático para uso daquela água (CARR, 2021). Tendo mapeado as possíveis fontes, é de suma importância avaliar a distância e o custo de transporte desse recurso por meio de caminhões ou encanamentos. Questões de transporte como tempo de deslocamento, pontes com limite de peso baixos, trânsito local e impacto na população e atividade econômica deve ser levado em conta para se medir a eficiência da escolha do local.

A escolha da fonte da água também envolve a disponibilidade, sendo a via mais lógica escolher o local com maior disponibilidade de água para evitar a necessidade de diversas fontes de abastecimento. Fontes intermitentes de água também devem ser evitadas, devido ao poço requer constante fornecimento de água. Em geral, a fonte deve ter fácil acesso para ser uma boa candidata, com a água de superfície representando a forma mais fácil de se conseguir o recurso, diferente de águas subterrânea ou de fontes salinas (DEC, 2015).

O fluido de fraturamento pode conter mais de 85% de água em sua composição (Figura 02), ou seja, a qualidade da água também tem influência na eficiência da qualidade do fluido de fraturamento. Assim, para o uso dessa água pode ser necessário o pré-tratamento ou uso de aditivos para tratar problemas como bactérias, micróbios, compostos químicos indesejados e PH irregular (DEC, 2015).



**Figura 2: Exemplo da composição de fluido de fraturamento (DEC, 2015).**

O fluido de fraturamento contém diversos aditivos, que são utilizados para facilitar o fraturamento e a liberação do gás e, ao voltar a superfície, ele pode ser reutilizado. No entanto, este processo requer o tratamento dessa água para diminuir os níveis dos compostos químicos utilizados e inserção de água limpa (STEPHENSON, 2015).

Uma das mais importantes funções da logística do poço é o seu abastecimento de água para o fluido de *fracking*. Há duas formas mais comuns de se entregar água ao poço: a realização de uma estação de armazenamento de água que a fornecerá para o local da perfuração ou entregará diretamente para a fonte. A água é comumente armazenada em cilindros com capacidade de 80 mil litros, e a quantidade necessária de cilindros dependerá da quantidade de perfurações direcionais por poço e a disponibilidade sazonal da fonte de água (DEC, 2015).

A perfuração vertical é o método tradicional de extração de óleo e gás, mas atualmente existem métodos mais eficientes como o da perfuração direcional que acessa de forma mais direta e ampla as reservas. O método vertical tem vantagens econômicas a curto prazo, porque se trata de uma operação relativamente mais simples. Na primeira etapa do processo, essa técnica pode parecer tentadora devido a sua economicidade, porém levando em conta que somente uma seção da reserva será extraída, serão necessários muitos furos para uma reserva. Essa situação poderá gerar mais impactos na superfície (HEWITT, 2021) e, por isso, a perfuração direcional, que pode retirar os recursos de uma ampla área da reserva, torna-se interessante do ponto de vista logístico e até econômico pode ser rentável (FRANK JAHN, 2008).

Para um estudo mais aprofundado de locação de poço, é necessário a presença de um hidrólogo quando se trata de águas superficiais e de um hidrogeólogo quando se trata de águas subterrâneas. Há de se estudar outros fatores econômicos além da extração e uso dessa água, como também o uso e ocupação da fonte em si, além do estudo de possíveis impactos associados do uso da água (DEC, 2015).

O fraturamento hidráulico é relativamente novo para a indústria e ainda requer algum desenvolvimento em diversas etapas do seu processo. Inicialmente, após a confirmação da reserva na área, vários estudos são realizados através de modelagens computadorizadas para indicar o melhor design de fraturamento hidráulico. Por se tratar de um processo com potencial para causar muitos sismos, o isolamento de áreas-chaves para a perfuração direcional é de suma importância (DAYAL; MANI, 2017).

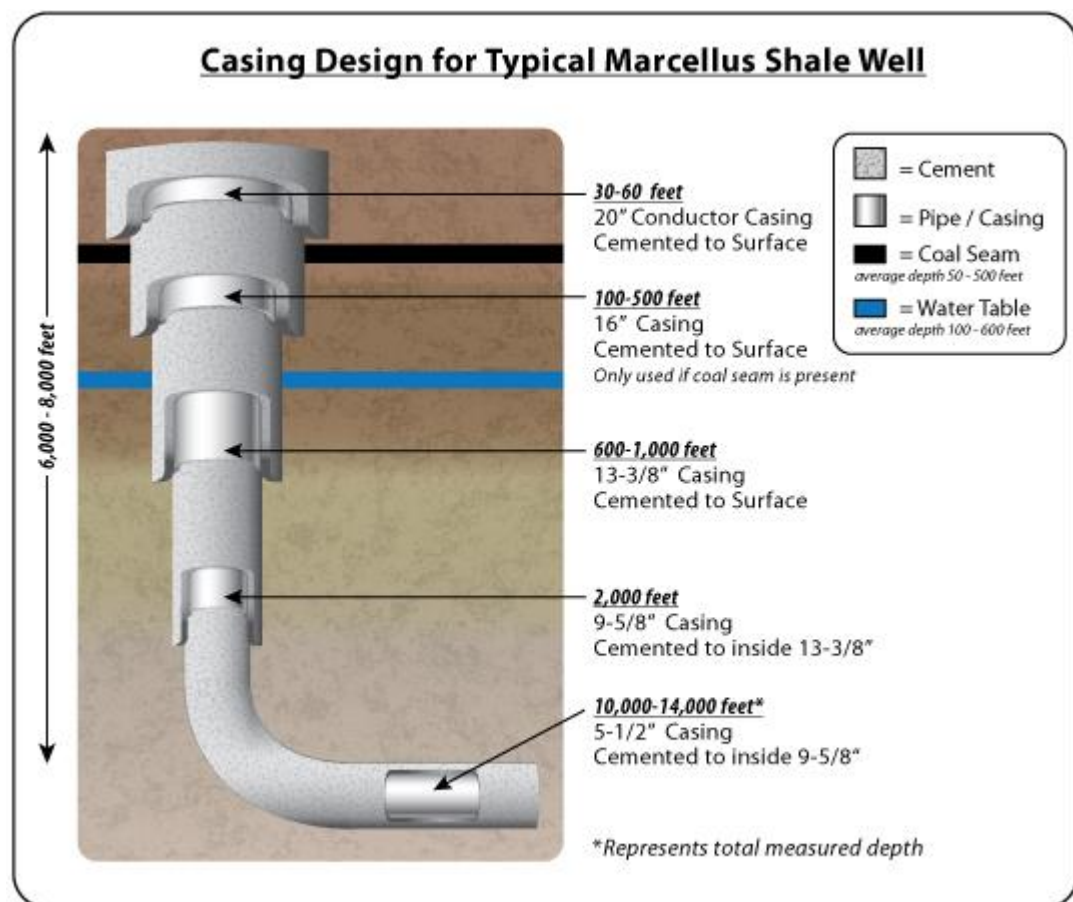
O uso dos insumos para a operação será limitado após o mapeamento da área de prospecção do gás. Assim, essa etapa é vital para a economicidade de todo o projeto, pois determinará o quanto de fluido de fraturamento será necessário e assim limitará o transporte e diversas outras atividades do *pad* (STEPHENSON, 2015).

Após a escolha do local para a realização do poço se iniciam as etapas de preparação do local para o início da produção. A primeira etapa inclui a abertura de vias para o local designado do poço e estudo da terraplenagem da área do *pad*, essa etapa utiliza equipamentos como retroescavadeiras, escavadeiras e outros materiais para esta operação, que pode levar até um mês por poço. Numa operação segmentada para a realização de um poço com mais de uma perfuração horizontal, se pressupõe uma etapa onde é perfurado primeiramente o local do poço com um equipamento menor de forma vertical. Numa segunda etapa é realizada as etapas de perfuração primárias, cimentação e entregas de material e equipamentos por caminhões para o início do fraturamento, essa etapa pode levar até duas semanas para ser realizada. O tempo necessário para realizar a primeira e segunda etapa podem variar com as estações do ano (DEC, 2015).

A terceira etapa é fundamentalmente de preparação com os insumos entregues nas etapas anteriores; ela pode levar de 5 dias até 30 dias para ser finalizada. Essa etapa serve para montar os equipamentos para a preparação do poço e a perfuração com o equipamento maior. O intervalo de tempo que é posto para essa etapa se deve ao fato do transporte dos equipamentos de perfuração variar e se o equipamento será o mesmo para as etapas 2 e 3 (DEC, 2015).

A quarta etapa é a de perfuração horizontal. Para essa etapa ser realizada, apesar de ainda não ser a etapa de fraturamento hidráulico, precisa de quase todos os insumos previstos.

Toda a estrutura para o fraturamento e direcionamento será realizada nessa etapa, assim uma estrutura de cimento e outros materiais. Essa estrutura é realizada em etapas alternadas de perfuração e cimentação, como pode ser visto na Figura 03, essa segmentação faz com que a estrutura fique com menor diâmetro ao avançar da profundidade. A estrutura de cimento serve para proteger o solo, aquíferos e rochas de serem contaminadas por todo e qualquer material que passar pelo cano (DEC, 2015). Essa etapa pode durar até duas semanas e os materiais para o fraturamento são comumente entregues no fim desta etapa.



**Figura 3: Revestimento de poço para fraturamento hidráulico (*fracking*) e suas estruturas (EXCO RESOURCES, [s.d.]).**

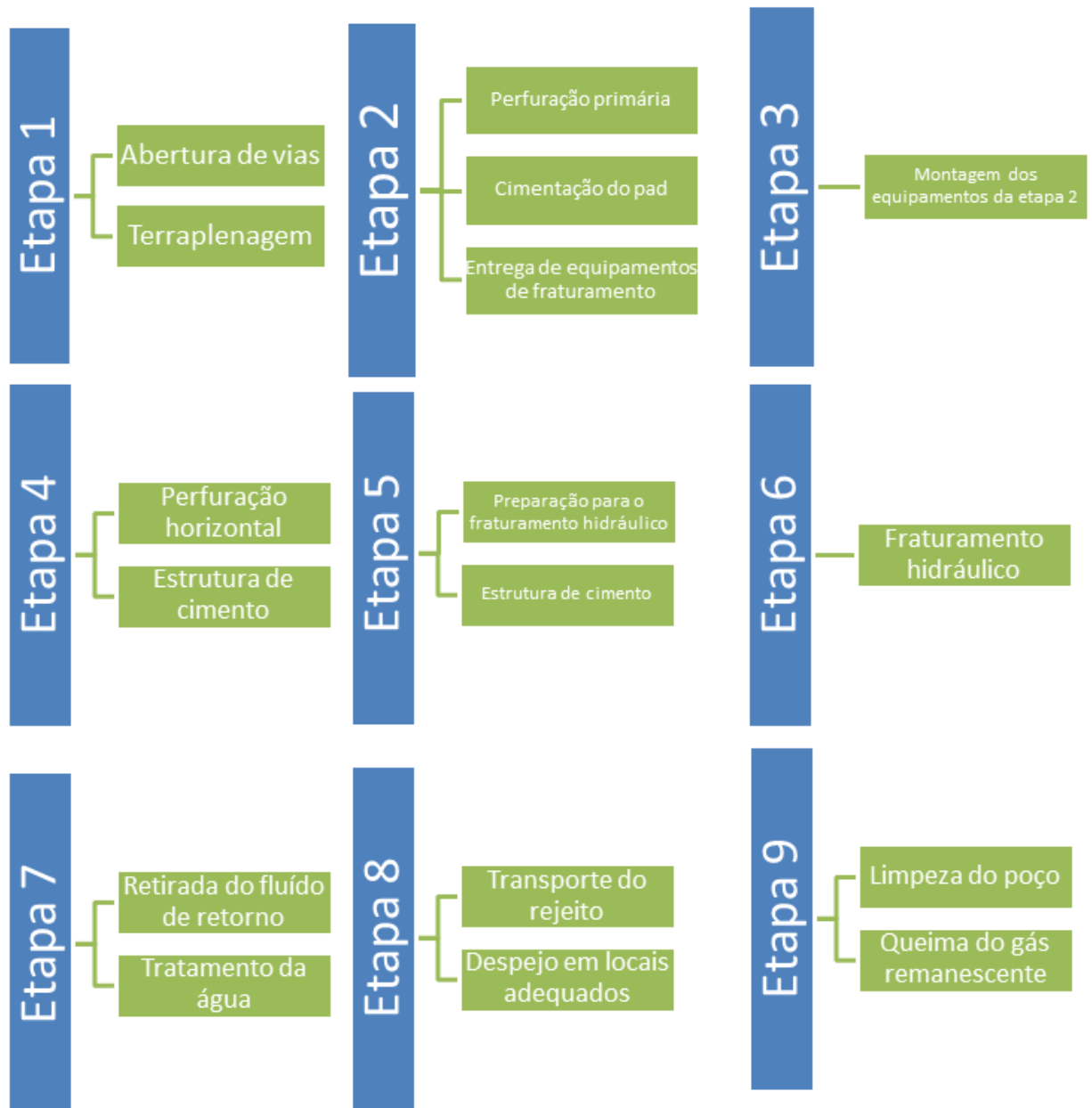
A quinta etapa se trata da preparação para o fraturamento hidráulico, na qual os caminhões de insumos como água e areia são posicionados e os equipamentos de perfuração horizontal são trazidos e locados na área. Essa etapa pode demorar de 30 a 60 dias por poço. A sexta etapa do projeto é a mais importante de toda a operação, que é efetivamente o fraturamento hidráulico. Todas as etapas anteriores e materiais utilizados nelas são necessários, como tanques de água, geradores, bombas, caminhões de insumos, equipamentos de monitoramento, entre



outros. Nessa etapa as atividades se concentram em bombear o fluido de fraturamento através de suas seções (Figura 03) utilizando cabos para sua inserção e levantamento. A etapa pode demorar de 2 a 5 dias. A sétima etapa se trata do retorno da água inserida e o gás retirado; as atividades dessa etapa se iniciam com a retirada dos materiais de fraturamento e tratamento dos fluidos de retorno. É importante citar que o fluido de fraturamento não é armazenado no *pad*, por questões de segurança de contaminação. O fluido é tirado com caminhões especiais e levado diretamente ao seu tratamento. A etapa pode demorar de 2 até 8 semanas (DEC, 2015).

A oitava etapa inclui o despejo do rejeito da operação em área de aterros ou outros locais apropriados; essa etapa utiliza equipamentos de escavação e caminhões de transporte do material e pode demorar até 6 semanas. A nona e última etapa inclui a limpeza do poço com técnicas de queima do gás restante (*Flaring*) e monitoramento do comportamento da perfuração. Os equipamentos necessários envolvem escavadeiras, caminhões para esvaziar os tanques de tratamento e os gasodutos para transporte do gás retirado, senão já feito em etapas anteriores. Essa etapa pode levar de 1 até 30 dias por poço.

A figura 4 sintetiza as ações das etapas que foram apresentadas anteriormente.



**Figura 4: Síntese de etapas de operações do poço.**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo para retirada de gás natural se mostra ainda muito diverso e com distintas técnicas utilizadas. O modelo destrinchado nesse artigo enumera as diversas etapas de uma possível planta de fraturamento hidráulico com técnicas de perfuração horizontal.

O avanço mundial acontece de forma exponencial nessa indústria. Porém, no Brasil esse processo ainda sofre um impedimento burocrático imenso. Os conhecimentos técnico e científico podem servir como um instrumento para facilitar a utilização de recursos não-convencionais no Brasil, de modo a assegurar sua exploração e extração dentro do viés das melhores práticas e de preservação do meio ambiente.

Assim, entende-se que o estudo para o desenvolvimento desta indústria se beneficia de forma robusta de parcerias acadêmicas como no projeto MSEEL. Isso leva a formação de profissionais capacitados e preparados para atuar num poço de *fracking*.

## 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

- CARR, T. R. **Reunião com representantes do projeto MSEEL**. Webinar: Comunicação oral, 2021.
- DAYAL, A. M.; MANI, D. **Shale Gas: Exploration and Environmental and Economic Impacts**. [s.l: s.n.].
- DEC. Well Permit Issuance for Horizontal Drilling and High Volume Hydraulic Fracking. In: **Supplemental Generic Environmental Impact Statement**. [s.l.] Department of Environmental Conservation, 2015. p. 76–138.
- DELGADO, F. PROJETO POÇO TRANSPARENTE: TESTES PARA RESERVATÓRIOS DE BAIXA PERMEABILIDADE - GERANDO CONHECIMENTO VIA AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRÉVIA ESTRATÉGICA. **FGV Energia**, p. 14, 2018.
- EXCO RESOURCES. **Ensuring well integrity**. [s.l: s.n.] Acesso em: 18/04/2021.
- FRANK JAHN, M. C. AND M. G. **Hydrocarbon Exploration & Production**. [s.l: s.n.]. v. 9
- HEWITT, J. **Shale Operating Process with Hewitt Energy Strategies**. Webinar: Comunicação oral, 2021.
- MAAKS, J. **Next-Generation Seismic Data Management**. [s.l.] linkedin, 2018.
- MIDDLETON, R. S. et al. The shale gas revolution: Barriers, sustainability, and emerging opportunities. **Applied Energy**, v. 199, 2017.
- ROKOSH et al. **What is Shale Gas? An Introduction to Shale-Gas Geology in Alberta**. [s.l: s.n.].
- STEPHENSON, M. **Shale Gas and Fracking: The Science Behind the Controversy**. [s.l: s.n.].