

EFICIÊNCIA DO HCl NA ACIDIFICAÇÃO DA MATRIZ CARBONÁTICA

Camilla Bezerra Martins Pinto¹

Marcus Vinícius Nunes Lima Rocha²

Sâmya Karolyne Costa Souto³

Vanessa Limeira Azevedo Gomes⁴

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

As operações de estimulação são atividades realizadas com a finalidade de restaurar ou melhorar o índice de produtividade ou injetividade dos poços. Dentre as operações de estimulação, destaca-se a acidificação da matriz que tem como principal objetivo remover danos causados nas etapas de perfuração, completção e *workover*, podendo ser realizada tanto em arenitos quanto em carbonatos. Essa técnica possui o menor custo de operação em comparação com os demais métodos de estimulação, sendo muito indicada na etapa de exploração de novos campos de petróleo. O presente trabalho tem como objetivo verificar a eficiência do ácido clorídrico na acidificação da matriz carbonática, através de testes laboratoriais feitos com diferentes concentrações do HCl. Como resultado, a adição do ácido clorídrico, em diferentes concentrações, permitiu a desobstrução dos poros da rocha e criou canais preferenciais de escoamento.

PALAVRAS-CHAVE

Estimulação. Produção. Acidificação. Ácido clorídrico.

ABSTRACT

Stimulation operations are activities performed with the purpose of restoring or improving the index of productivity or injectivity of the wells. Among the stimulation operations, it is worth mentioning the acidification of the matrix, whose main objective is to remove damages caused in the drilling, completion and workover stages, it can be carried out in sandstones and carbonates. This technique has the lowest cost of operation compared to the other stimulation methods, being very indicated in the exploration stage of new oil fields. The present work has as objective to verify the Hydrochloric Acid efficiency in the acidification of the carbonate matrix, through laboratory tests done with different HCl concentrations. As a result, the addition of Hydrochloric Acid, in different concentrations, allowed the pore to be clear of the rock and created preferential channels of flow.

KEYWORDS

Stimulation. Production. Acidification. Hydrochloric Acid.

1 INTRODUÇÃO

Na indústria de extração do petróleo, a viabilidade do desenvolvimento de um campo petrolífero está associada às propriedades mecânicas e permoporosas da formação, bem como das características do fluido produzido. O desenvolvimento e a aplicação de técnicas capazes de aumentar a produtividade dos poços é de suma importância para garantir a atratividade econômica do campo. Os reservatórios de petróleo são rochas porosas, saturadas por fluidos na fase líquida e gasosa, de resíduos sólidos e de água, a uma determinada temperatura e pressão. Essas rochas-reservatórios podem ter diferentes níveis de profundidade, variando de superficiais a rasas, médias ou profundas.

Perfurado um poço, após algumas operações para seu condicionamento, é iniciada a extração do óleo ou do gás, que fluem por meio da formação para o poço, e daí até a superfície, por tubulações metálicas. Como função da permeabilidade do meio, o escoamento do óleo ou do gás pode ser muito pequeno, exigindo métodos artificiais para aumento de produtividade. Esses métodos são denominados "operações de estimulação" (BARRETO, 2010).

As operações de estimulação são realizadas com a finalidade de restaurar ou melhorar a produtividade e/ou a injetividade do poço. Dentre as operações de estimulação, destaca-se a acidificação da matriz, que consiste na injeção de soluções ácidas na formação, com pressão abaixo da pressão de fratura da formação. A acidificação da matriz tem como principal objetivo remover danos causados nas etapas de perfuração e/ou *workover*, podendo ser realizada tanto em arenitos quanto em carbonatos (AUM, 2011).

Essa técnica possui o menor custo de operação em comparação com os demais métodos de estimulação, sendo muito indicada na etapa de exploração de novos campos de petróleo. Para que se tenha sucesso, utilizando esse meio de estimulação, vai depender da relação com o dano, ou seja, quanto maior o dano no poço maior será a eficiência da acidificação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 OPERAÇÕES DE ESTIMULAÇÃO DE POÇOS

Atualmente, a demanda energética mundial vem apresentando uma taxa de crescimento elevada. O petróleo é a fonte energética mais consumida no mundo, portanto, a cada dia se torna mais evidente a necessidade de se ampliar conhecimentos e aperfeiçoar técnicas relacionadas à produção de hidrocarbonetos. No entanto, dos poços de petróleo explorados, apenas um pequeno percentual se mostra economicamente viável, atentando a complexidade envolvida no processo de exploração. Existem diversas maneiras de se aumentar a produtividade de um poço de petróleo, podendo ser citados os métodos de recuperação secundária de óleo e a estimulação de poços (TAVARES, 2010).

Quando o problema maior está relacionado com a produtividade insuficiente do reservatório, métodos de estimulação do poço são aplicados. A estimulação de poços pode ser aplicada como alternativa à recuperação secundária, podendo atuar simultaneamente ou não, para aumentar a taxa de recuperação de hidrocarbonetos em uma jazida. Os principais métodos de estimulação de poços são: acidificação e fraturamento hidráulico. A principal diferença entre os dois tratamentos é que a acidificação trata a matriz, com o intuito de restaurar permeabilidade original da rocha que por alguma razão se encontra danificada, enquanto o fraturamento hidráulico é aplicado, na maioria dos casos, em formações de baixa permeabilidade, onde a produtividade deve ser melhorada ao invés de restaurada (TAVARES, 2010).

2.2 ACIDIFICAÇÃO DA MATRIZ

A acidificação consiste em injetar uma solução ácida na formação para remover partículas sólidas dos fluidos de perfuração e completação que estão no caminho do fluxo do óleo, prejudicando o escoamento (SILVA, 2017). Um dos pontos mais críticos da operação de acidificação é o controle da reação ácido-rocha, pois a elevada velocidade da reação faz com que o ácido seja todo consumido na região próxima ao poço, fazendo com que o tratamento ácido não atinja a distância desejada. Dessa maneira, as regiões com dano podem não ser ultrapassadas (AUM, 2011).

A solução ácida é injetada pelo interior do tubo de injeção até a rocha reservatório, a pressão de injeção deve ser maior que a pressão de poro da rocha para que o fluido invada os poros do reservatório e dissolva o material do interior, aumentando o volume dos poros (KALFAYAN, 2000). A reação não aumentará apenas o volume dos

poros como criará novos canais de conexão, facilitando o escoamento do óleo. Após a acidificação, os produtos da reação devem ser recuperados, com o objetivo de remover precipitados insolúveis formados na reação (THOMAS, 2004).

A depender das condições da formação e dos danos relacionados à mesma, podem ser utilizados solventes durante a injeção, ao invés de ácidos. A utilização do método de acidificação deve ser estudada, detalhadamente, antes da aplicação da técnica, uma vez que dependendo das características da formação podem ser escolhidos diferentes tipos de tratamento. Caso a formação rochosa seja constituída principalmente de carbonatos (mais de 20% dos componentes são solúveis em ácido clorídrico 15%), o ácido que deve ser utilizado na acidificação é o ácido clorídrico. Quando a formação rochosa é formada de arenitos (rochas constituídas de feldspato, argilas ou quartzo, com solubilidade em ácido clorídrico 15% inferior a 20%), a acidificação baseia-se principalmente na injeção de ácido fluorídrico (TAVARES, 2010).

A técnica de acidificação é composta por uma série de estágios, podendo ser precedida ou sucedida por outras etapas onde diferentes substâncias podem ser empregadas com o objetivo de eliminar ou minimizar os subprodutos da reação do ácido com a rocha ou com fluidos da formação. Estes estágios incluem *preflushes*, estágios ácidos principais, *afterflushes* e descarte de fluido. A etapa de *preflushes* precede a acidificação e tem por objetivo condicionar a formação para que seja criada condições que favoreçam a reação (SILVA, 2017).

3 METODOLOGIA

A eficiência do HCl na acidificação foi verificada, aplicando o ácido em amostras de rochas carbonáticas coletadas na Praia da Sereia, Maceió-AL, conforme Figura 1, e em amostras adquiridas no Laboratório de Geotecnologia e Tecnologia Ambiental. As soluções do ácido clorídrico com concentrações de 10%, 12% e 15% foram preparadas no Laboratório Multidisciplinar de Engenharia de Petróleo, ambos localizados no Centro Universitário Tiradentes.

Figura 1 – Coleta em campo das amostras de rocha na Praia da Sereia, Maceió-AL.



Fonte: Dados dos autores (2018)

A Tabela 1 apresenta os equipamentos e materiais utilizados no desenvolvimento prático do trabalho.

Tabela 1 – Equipamentos e Materiais utilizados nos testes

Material	Quantidade
Microscópio óptico digital	1
Rocha carbonática	1 amostra
Rocha siliciclástica com cimentação carbonática	1 amostra
Ácido clorídrico	30 mL
Seringa de vidro	1
Computador	1

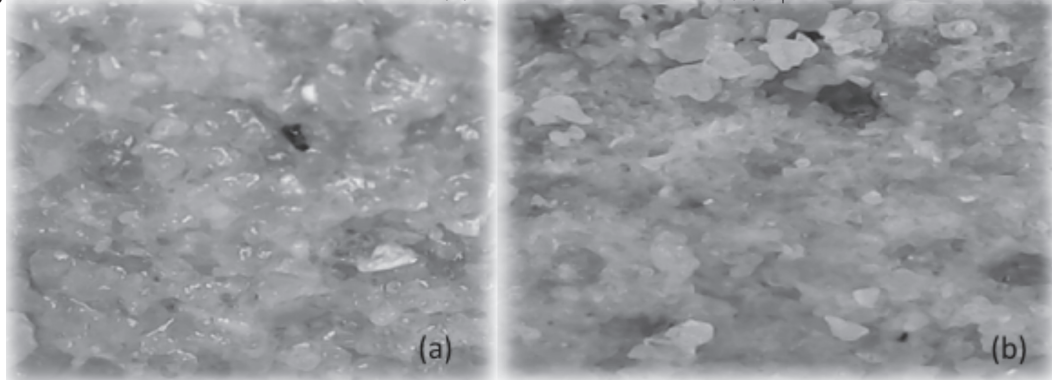
Fonte: Dados dos autores (2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso do ácido clorídrico (HCl) no projeto como método de estimulação (por acidificação) visa a restauração ou incremento da permeabilidade no sistema, solubilizando materiais e desobstruindo a passagem entre os poros da rocha ou criando *wormholes* (canais de escoamento). Como um dos maiores desafios desta técnica de estimulação é manter o controle do contato entre o fluido e a formação (reação ácido-rocha) para que se aumente o alcance radial do ácido, os testes feitos em laboratório estimaram controlar efetivamente essa reação, possibilitando o aumento de *wormholes* e, conseqüentemente, da vazão do reservatório.

Por meio das Figuras 2 (a) e (b) pode-se observar o efeito do HCl na amostra de rocha coletada *in loco*, denominada bachiroca. A Figura 2 (a) apresenta a amostra antes do tratamento com o ácido clorídrico e a Figura 2 (b) apresenta a rocha depois do tratamento com o HCl, à concentração de 10%. Nota-se que o efeito do ácido clorídrico em rochas siliciclásticas com cimentação carbonática é apenas superficial, agindo como pré-tratamento para as rochas areníticas.

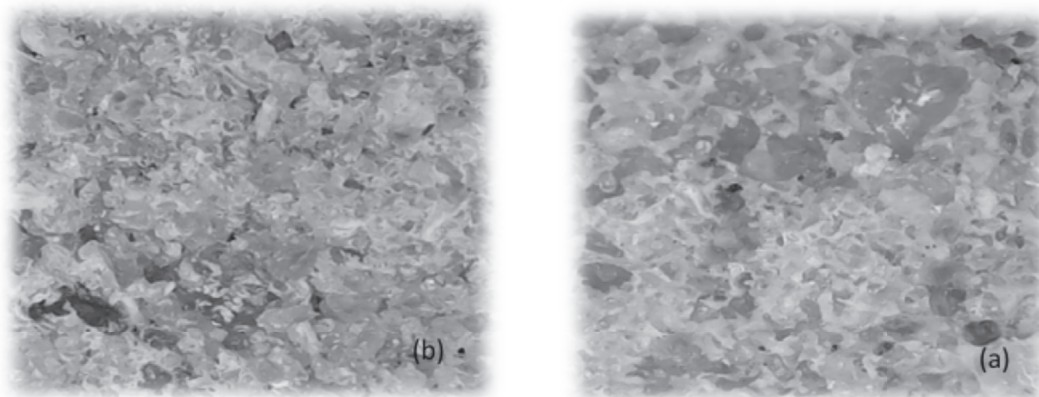
Figura 2 – Amostra da rocha bachiroca (a) antes do tratamento (b) após o tratamento com HCl



Fonte: Dados dos autores (2018).

Quanto aos efeitos do ácido na rocha carbonática, conforme Figuras 3 (a) e (b), verifica-se que o HCl, à mesma concentração (10%), obteve uma melhor eficácia, se comparado às rochas bachirocas, devido à afinidade do ácido clorídrico com os minerais carbonáticos, provocando reação com os minerais presentes na rocha como: a calcita, a dolomita e a aragonita, efetivando a penetração do ácido clorídrico na amostra.

Figura 3 – Amostra da rocha carbonática (a) antes do tratamento (b) após o tratamento com HCl.



Fonte: Autores (2018).

5 CONCLUSÕES

Por meio dos testes realizados nas amostras de rochas carbonáticas, pode-se observar que tanto na rocha bachiroca (rocha arenítica com cimentação carbonática) quanto na rocha carbonática houve penetração do ácido clorídrico. No entanto, a eficiência do HCl foi melhor na rocha carbonática, em função da reação do ácido clorídrico com os minerais presentes na rocha carbonática como a calcita, a dolomita e a aragonita. Já nas rochas bachirocas o uso do HCl serve mais como um pré-tratamento com finalidade de remover os carbonatos existentes na rocha, evitando a formação de precipitado insolúvel.

REFERÊNCIAS

AUM, P.T.P. **Aplicação de sistemas microemulsionados ácido em acidificação de poços**. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/12948/1/PedroTPA_DISSERT.pdf>. Acesso em: 4 maio 2018.

BARRETO, M.N. **Caracterização de materiais para garantir a condutividade de fraturas hidráulicamente induzidas em poços de petróleo e gás**. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/acesoConteudo.php?nrseqoco=56496>>. Acesso em: 4 maio 2018.

KALFAYAN, L. **Production enhancement with acid stimulation**. USA: Penn Will Book, 2000.

SILVA, H.C. **Acidificação em reservatórios carbonáticos**. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5458/1/Henrique%20Cardoso%20Silva.pdf>>. Acesso em: 4 maio 2018.

TAVARES, L.S. **Estado da arte da operação de fraturamento hidráulico**. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/1571/1/Lucas%20Silveira%20Tavares.pdf>>. Acesso em: 4 maio 2018.

THOMAS, J.E. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2004.

Data do recebimento: 16 de Junho de 2018

Data da avaliação: 23 de Julho de 2018

Data de aceite: 28 de Julho de 2018

1 Engenharia de Petróleo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: camilla.martinsp@hotmail.com

2 Engenharia de Petróleo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: marcusvnunes@outlook.com

3 Engenharia de Petróleo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: samyasouto@hotmail.com

4 Professora do Curso de Engenharia de Petróleo, Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: vanessa.limeira@gmail.com

