



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

ELABORAÇÃO E MANEJO DE FLUIDOS DE COMPLETAÇÃO VOLTADOS PARA CAMPOS MADUROS

Guilherme Maciel Barbosa¹; Rodrigo César Santiago²; Jardel Dantas da Cunha³; Keila Regina Santana Fagundes⁴; Francisco Josiel do Nascimento Santos⁵; Gecílio Pereira da Silva⁶

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas - guilherme.mbarbosa@hotmail.com.br

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas - rodrigo.santiago@ufersa.edu.br

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas - jardel.dantas@ufersa.edu.br

⁴ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas - keilaregina@ufersa.edu.br

⁵ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais - josielmax@gmail.com.br

⁶ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais - gecilio@ufersa.edu.br

RESUMO

Durante todo o processo para colocar um poço petrolífero em funcionamento existem algumas etapas a serem seguidas. Várias fases complexas devem ser cumpridas para que o óleo bruto armazenado seja extraído. Dentre essas fases, duas são muito importantes: a perfuração, que é a fase de construção do poço em si, e logo após essa dar-se início à completação, a qual tem como objetivo deixar o poço em condições de produção ou injeção. Entretanto, para obter o sucesso dessas operações se faz necessário o uso de fluidos específicos para cada uma das etapas e chamados respectivamente de perfuração e de completação. O objetivo deste trabalho é formular fluidos de completação e analisar suas influências na corrosão de tubos de revestimento. Foram preparados fluidos de completação variando o tipo e sal (KCl, NaCl, CaCl₂) e concentração (50, 100, 150 lb/bbl). Foram realizadas análises das propriedades dos fluidos e os experimentos de corrosão foram realizados em ensaios eletroquímicos de polarização linear executados em uma célula eletroquímica. Foi observado que o fluido que promoveu maior taxa de corrosão ao tubo de revestimento foi o preparado com NaCl, enquanto que o que menor apresentou taxa de corrosão foi o formulado com CaCl₂. A partir deste estudo, pôde se determinar quais os sais e faixas de concentração que melhor se enquadram para elaboração de fluidos de completação para aplicação em poços de petróleo com menor grau de corrosão às tubulações presentes.

Palavras-chave: Petróleo, completação, revestimentos, fluido de completação, corrosão.

www.conepetro.com.

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

1. INTRODUÇÃO

Durante o processo para colocar um poço de petróleo em funcionamento existem algumas etapas a serem seguidas entre a exploração e a exploração. Duas dessas etapas muito importantes são a fase de perfuração que é a fase de construção do poço em si até chegar no na zona de interesse, e logo após se dá a fase de completação, a qual tem a finalidade de deixar o poço estável e em condições de produzir em segurança e sem prejudicar o reservatório. Tanto na etapa da perfuração quanto da completação são necessários fluidos para o sucesso de cada etapa, esses fluidos são específicos para cada uma das etapas e são chamados de fluidos de perfuração e fluidos e de completação. Segundo Plácido (2013) é de extrema importância o uso de um fluido para auxílio das operações realizadas durante a completação, por isso seu estudo torna-se fundamental.

Verificando que os equipamentos utilizados no processo de exploração e produção do petróleo, passam por diversos fatores de desgastes, sejam físicos ou químicos. Um fator de desgaste bastante presente é a corrosão. Para que ocorra a produção segura de óleo e gás precisa haver o controle dos processos corrosivos a materiais constituintes das instalações, dos equipamentos e também nos tubos,

principalmente dos tubos de revestimentos, que serão usados em toda fase produtiva do reservatório.

Assim, os processos corrosivos tem sido responsáveis por elevados gastos para repor os equipamentos degradados pela ação do meio, bem como já ocasionaram inúmeros acidentes graves devido à falha estrutural de equipamentos, contendo substâncias tóxicas e explosivas, que são típicas da indústria de petróleo e gás. O adequado controle da corrosão é garantido pela soma dos benefícios obtidos por diversos fatores dentre os quais se destaca a injeção de inibidores de corrosão. (FARCHES, 2013 apud MOURA et. al., 2015)

Um dos grandes responsáveis por problemas de corrosão são os fluidos, tanto os de perfuração quanto os de completação, por isso é tão importante o estudo desses fluidos, principalmente os de completação, que ficam em contato direto com os tubos de revestimentos, estes feitos de aço e responsáveis por manter as paredes do poço estáveis e por onde escoará toda a produção de óleo e gás.

Assim é possível elaborar fluidos de completação mais apropriados para determinados poços e também para áreas específicas, como é o caso do campo petrolífero na região de Mossoró/RN. Por ser bastante conhecido, fica mais fácil elaborar

(composição e preparação) fluidos específicos para a completação de poços futuros, pois são conhecidos problemas ocasionados em poços anteriormente completados e também por já se ter várias informações sobre a geologia da área.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como ênfase a análise do fenômeno corrosivo dos fluidos de completação, em especial os fluidos complementares salinos, que são associados ao processo de completação dos poços petrolíferos, em ataque aos tubos de revestimentos. Assim sendo possível a seleção dos fluidos mais apropriados para esse tipo de operação.

1.1.2 Objetivos específicos

Elaborar fluidos de completação com diferentes concentrações e sais: 50, 100 e 150 gramas de Cloreto de Sódio, Cloreto de Cálcio e Cloreto de Potássio.

Avaliar a taxa de corrosão de cada fluido elaborado para o aço que constitui um tubo de revestimento.

2. METODOLOGIA

1ª ETAPA – ELABORAÇÃO DOS FLUIDOS DE COMPLETAÇÃO

Na primeira parte prática do projeto foram elaborados os fluidos de completação para primeiramente serem analisados as densidades e as salinidades dos mesmos.

Os fluidos preparados foram à base de água, alterando apenas o tipo de sal e a sua concentração. Os sais utilizados foram:

- Cloreto de sódio (NaCl)
- Cloreto de potássio (KCl)
- Cloreto de cálcio (CaCl₂)

Suas concentrações:

- 50 lb/bbl
- 100 lb/bbl
- 150 lb/bbl

Todos os fluidos foram feitos usando a mesma quantidade de água destilada: 1 barril (bbl) equivalente. (1 bbl = 350 mililitro)

Cada sal foi usado para elaborar 3 fluidos diferentes, variando apenas sua concentração, totalizando no final 9 concentrações, com o objetivo de avaliar o efeito da variação dessas concentrações de sal sobre a densidade dos fluidos.

As figuras 1, 2 e 3 mostram respectivamente os fluidos finalizados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio, cloreto de potássio e cloreto de sódio.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO



Figura 1: Fluidos com o sal CaCl_2 .



Figura 2: Fluidos com o sal KCl .

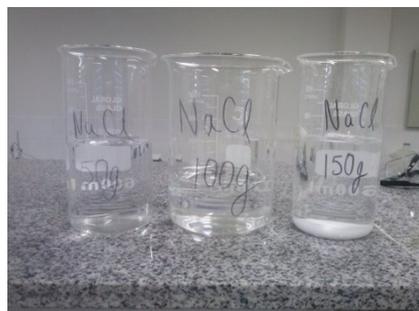


Figura 3: Fluidos com o sal NaCl .

Posteriormente foi medido o peso (densidade) de cada fluido assim também como foi determinada sua salinidade.

2ª ETAPA – CONFECÇÃO DO ELETRODO DE TRABALHO

Nessa etapa do trabalho foi exclusiva para a confecção de um eletrodo de trabalho,

eletrodo este que foi usado na etapa subsequente, que será relacionada à corrosão.

O eletrodo foi construído a partir de uma resina com o auxílio de uma matriz (Figura 4), responsável por dar uma forma cilíndrica ao eletrodo (Figura 5).



Figura 4: Confecção do eletrodo.

Após esse procedimento esperou-se a secagem da resina pelo período de 24 horas. Passada o tempo suficiente da secagem da resina foi desmontada a matriz e retirado o eletrodo de trabalho (Figura 17).



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO



Figura 5: Eletrodo de trabalho.

Posteriormente foi feito um lixamento da amostra para se conseguir uma superfície lisa e limpa do aço para um melhor ensaio corrosivo (Figura 6). O procedimento de lixamento foi realizado manualmente até uma obtenção de uma superfície regular com o uso de várias lixas d'água diferenciando apenas a granulação de cada uma. Foram usadas lixas d'água com granulações 240, 320, 400, 600, 1200 e 1500.



Figura 6 – Lixamento da amostra.

3ª ETAPA – ENSAIO CORROSIVO

Na última etapa foram feitos os experimentos para análise da corrosividade dos fluidos de completação elaborados na 1ª etapa no aço dos tubos de revestimentos representados no eletrodo confeccionado na 2ª etapa. Os experimentos foram realizados em ensaios eletroquímicos de polarização linear executados em uma célula eletroquímica de vidro clássica composta por 3 eletrodos: Eletrodo de Trabalho (corpo-de-prova), Contra Eletrodo e Eletrodo de Referência. O contra eletrodo utilizado no presente trabalho foi o de Platina (Pt) e teve a finalidade de permitir a conexão elétrica, de forma que uma corrente pudesse ser aplicada ao eletrodo de trabalho. O eletrodo de referência utilizado foi o de Prata/Cloreto de Prata (Ag/AgCl).

Optou-se por utilizar curvas de polarização nesse trabalho, como uma das técnicas eletroquímicas, por permitir resposta muito rápida, bastante reprodutiva e ter sido utilizada com sucesso por outros trabalhos por alguns estudantes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA / Mossoró/RN).

A célula eletrolítica é ligada a um potenciostato/galvanostato PGSTAT101 da Metrohm Autolab, instrumento que controla a diferença de potencial que atravessa o conjunto eletrodo de trabalho/contra eletrodo.

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

As medidas foram feitas em cima de um potencial de circuito aberto em uma faixa de potencial de -300 mV a +300 mV e com uma varredura de 0,001 V/s. O volume da solução foi de aproximadamente 100 mL imersas pelo tempo de 60 segundos em cada ensaio (Figura 7).



Figura 7 – Ensaio.

Durante todo o experimento o potenciostato ficou ligado a um computador monitorado pelo por um software. As medidas da intensidade de corrosão foram determinadas utilizando-se a técnica de curvas

de polarização, que permite, através da utilização do potenciostato com compensação de queda ôhmica, a medida da corrente de corrosão em cada ensaio, mediante a operação denominada: aquisição de potencial *versus* tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1, 2 e 3 a seguir, são mostrados os resultados da obtenção das propriedades, densidade e salinidade, dos fluidos de completação elaborados.

Tabela 01 – Propriedades do fluido (KCl).

(KCl)	Densidade (lb/gal)	Salinidade e (mL)
50g	9,1	6,2
100g	9,7	11,25
150g	9,9	13,15

Tabela 02 – Propriedades do fluido (NaCl).

(Na Cl)	Densidade (lb/gal)	Salinidade de (mL)
50g	9,2	7,6
100g	9,9	14,35
150g	10,2	17,15

Tabela 03 – Propriedade do fluido (CaCl₂).

(CaCl ₂)	Densidade e (lb/gal)	Salinidade e (mL)
----------------------	-------------------------	----------------------



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

50g	9,15	6,5
100g	9,7	12
150g	10,2	16,21

A Figura 8 mostra a densidade em função da concentração dos diferentes sais estudados.

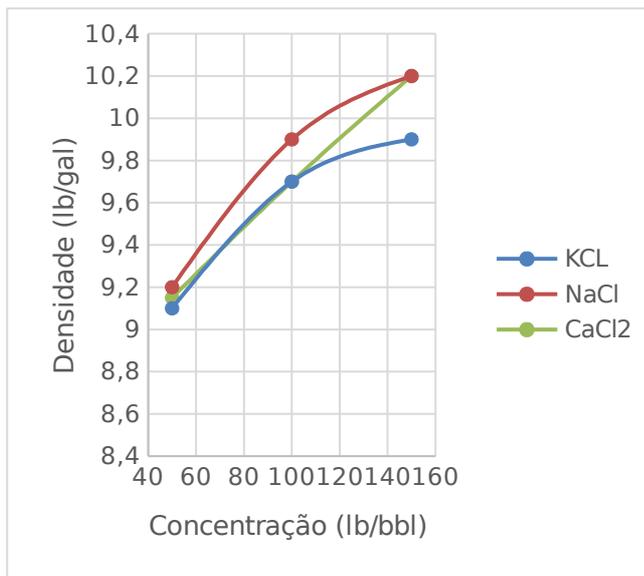


Figura 8 – Densidade em função da concentração de sal.

O coeficiente de Solubilidade representa a maior massa que pode ser dissolvida em certa quantidade padrão de um solvente, em determinada temperatura. De acordo com a literatura, NaCl, KCl e o CaCl₂ apresentam, respectivamente, 35,7 g/100 mL, 78,6 g/100 mL e 330 g/100 mL de H₂O, respectivamente. Por outro lado, com base nos dados apresentados na figura 8, as densidades de 9,9, 10,2 e 10,2 foram as máximas encontradas pela adição de NaCl,

KCl e CaCl₂, respectivamente, nas concentrações utilizadas. Essa discrepância com os dados obtidos na literatura é atribuída a pureza de cada sal utilizado e conseqüentemente, a massa molar de cada um dos compostos. Esses valores encontram-se abaixo do ponto de saturação de sal nos fluidos, conforme pode ser visualizado na Figura 9, onde pode-se observar ainda uma tendência ao incremento de densidade. No entanto, em virtude das concentrações atribuídas para efeito de estudo estatístico, foram utilizados os níveis: mínimo (50 lb/gal), central (100 lb/gal) e máximo (150 lb/gal) das concentrações.

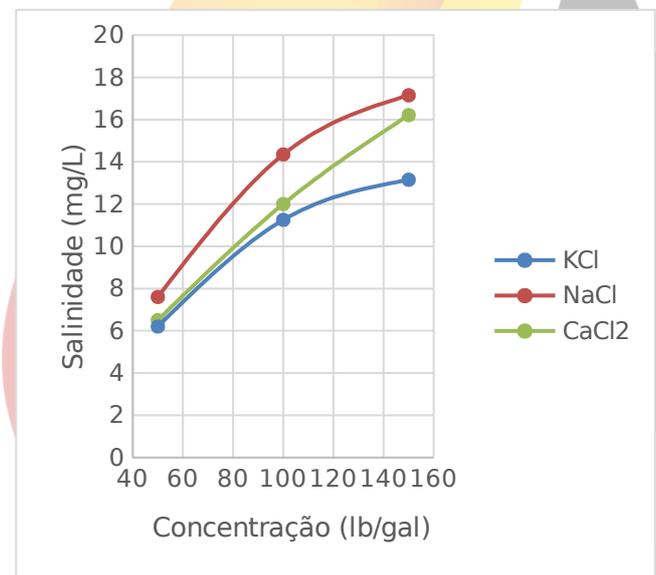
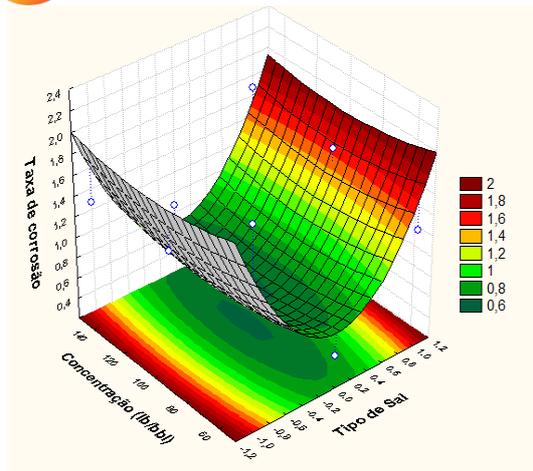


Figura 9 – Salinidade em função da concentração de sal.

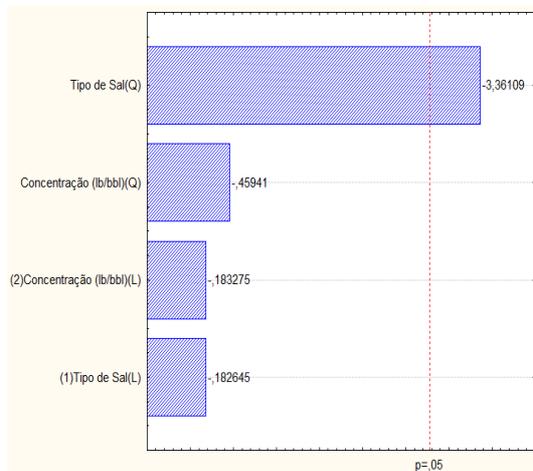


II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO



a)



b)

Figura 10 – a) Superfície de resposta para os parâmetros analisados concentração do sal e tipo do sal e b) Diagrama de Pareto para a concentração do sal e tipo do sal.

A figura 10.a mostra a superfície de resposta do efeito concentração do sal versus o tipo de sal, tendo como resposta a taxa de corrosão. Foi observado que os máximos valores da taxa de corrosão ocorrem quando o fluido de completação é confeccionado com o NaCl (-1) e neste caso quando baixas

concentrações deste sal (50 lb/bbl) são empregadas. Em outro extremo observasse que o sal KCl (+1) apresenta os máximos valores de taxa de corrosão quando o fluido é elaborado com concentrações de 150 lb/bbl. Os fluidos de completação confeccionados com CaCl_2 (0) apresentaram comportamento intermediário no que remete-se a taxa de corrosão, onde observa-se comportamento semelhante ao sal KCl (+1). As variações das taxas corrosivas podem ser explicadas em virtude do caráter do sal quando solubilizado.

De acordo com o Diagrama de Pareto, figura 27.b, o tipo do sal para à maioria dos efeitos estatisticamente significativos apresenta significância superior a 95% quando comparado com a variável concentração do sal. Neste caso o tipo de sal desencadeia uma série de efeitos relacionados a taxa de corrosão e morfologia do ataque corrosivo.

Em todos os casos para os fluidos confeccionados com os sais observa-se um direcionamento preferencial para o processo corrosivo, sendo estes ocasionados pela microestrutura do aço que apresenta grãos deformados resultado do processo de laminação, conforme é mostrado na figura seguinte.

As figuras 11, 12 e 13, apresentam o comportamento das curvas de polarização potenciodinâmicas para os sais estudados nas

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

concentrações de 50, 100 e 150 lb/bbl, respectivamente.

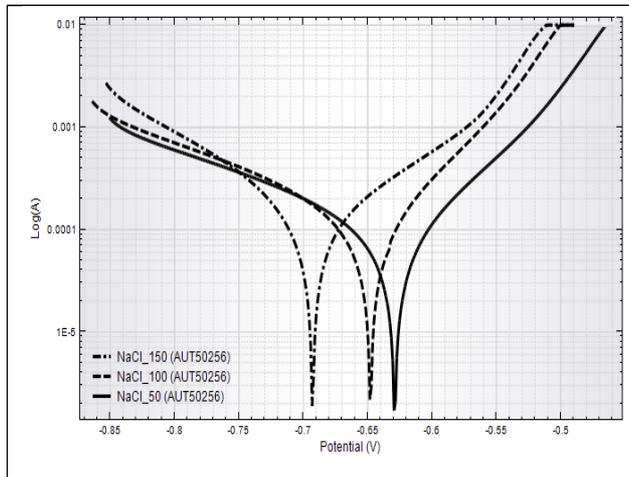


Figura 11 – Curvas de polarização potenciodinâmicas para os fluidos confeccionados com o NaCl nas concentrações 50, 100 e 150 lb/bbl.

A figura 11 apresenta para o fluido confeccionado com o NaCl com concentração de 50 lb/bbl um potencial de corrosão mais elevado que os demais fluidos confeccionados com concentração de 100 e 150 lb/bbl. As curvas apresentaram comportamentos distintos para os ramos anódicos das curvas de Tafel onde o aumento da concentração promoveu uma mudança na inclinação da curva que indicam uma passivação da superfície reduzindo assim, a corrente da corrosão. Os ramos catódicos indicaram comportamentos semelhantes com pouca mudança na liberação de hidrogênio.

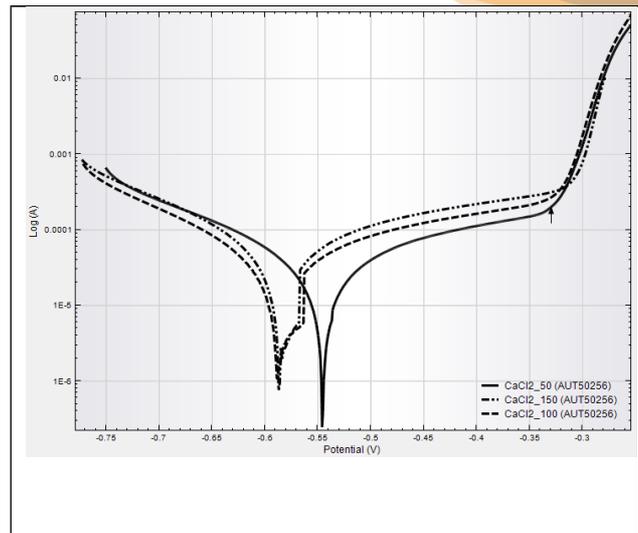


Figura 12 – Curvas de polarização potenciodinâmicas para os fluidos confeccionados com o CaCl₂ nas concentrações 50, 100 e 150 lb/bbl.

Na figura 12, apresentou dois comportamentos distintos para os fluidos confeccionados com o CaCl₂ nas concentrações de 100 e 150 lb/bbl. No fluido confeccionado com concentração de 100 e 150lb/bbl observa-se uma alteração no potencial com uma súbita elevação em potenciais de -0,586V, sendo este atribuído a formação de uma camada passiva intermediária, que a medida que o potencial é elevado a mesma mantém-se estável. Em potenciais acima de -0,32V um aumento abrupto do potencial indica possivelmente a ruptura da camada formada.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

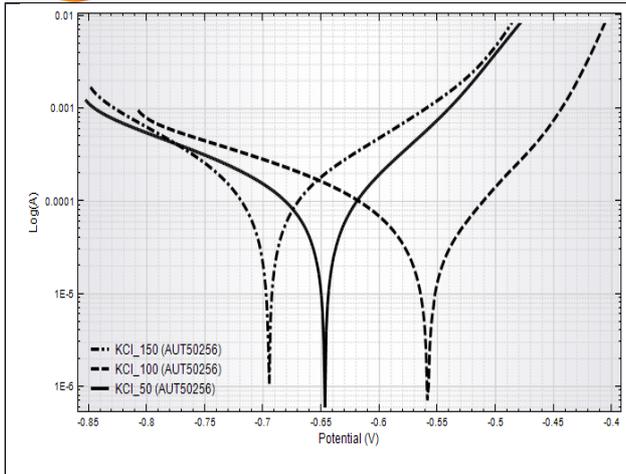


Figura 13 – Curvas de polarização potenciodinâmicas para os fluidos confeccionados com o KCl nas concentrações 50, 100 e 150 lb/bbl.

As curvas de polarização para os fluidos confeccionados com o KCl, apresentaram comportamentos distintos a medida que a concentração do sal é elevada. Tal comportamento está atribuído a preparação da superfície do eletrodo que influencia diretamente na adsorção do sal, modificando o comportamento da dupla camada elétrica.

4. CONCLUSÕES

Nessa pesquisa estudou-se a influência do sal nos fluidos de completção como também sua relação com a corrosão nos materiais metálicos envolvidos em uma completção, dando ênfase aos tubos de revestimentos. Para isso foram elaborados diversos fluidos com sais diferentes variando suas concentrações e posteriormente foram obtidas as curvas de Tafel para uma análise

das taxas de corrosão desses fluidos em relação ao aço de que é feito os tubos de revestimentos. Assim podem ser estabelecidas as seguintes conclusões:

- Apesar do conhecimento da formação e da reologia dos campos encontrados no estado do Rio Grande do Norte, por se tratar de um campo considerado maduro, a escolha dos fluidos, tanto os de perfuração quanto os de completção variam muito de poço para poço, não podendo antecipadamente estabelecer de certeza qual fluido será usado durante as operações a serem realizadas, até por que problemas podem vir a ocorrer e novos fluidos tem que ser elaborados para solucionar para solucionar tal problema;
- Foi observado que os máximos valores da taxa de corrosão ocorrem quando o fluido de completção é confeccionado com o NaCl e neste caso quando baixas concentrações deste sal (50 lb/bbl) são empregadas. Os fluidos de completção confeccionados com CaCl₂ apresentaram comportamento com menores taxas de corrosão, onde observa-se comportamento com menores taxas de corrosão;

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

- Os experimentos de potencial de corrosão permitiram avaliar na quantidade e na qualidade o comportamento dos fluidos de completação variando suas concentrações;
- Os experimentos de curvas de polarização apresentam resultados de corrente de corrosão excelentes. Desde que seja feito um bom condicionamento nos corpos-de-prova e que os ensaios sejam feitos de maneira correta;
- A técnica de curvas de polarização, além de se obter respostas rápidas, mostrou-se adequada para avaliar o potencial de corrosão de cada fluido a cada concentração diferente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARD, A. J.; FAULKNER, L. R. **Electrochemical methods: Fundamentals and applications**. Ed. John Wiley & Sons, USA, 1980, 718 P.

BERTNESS, T. A.; CHILINGARIEN, George V.; AL-BASSAM, Moayed. CORROSION IN DRILLING AND PRODUCING OPERATIONS. In: CHILINGARIAN, G.V.; ROBERTSON, J.O.; KUMAR, S. **Surface Operations in Petroleum Production, II**. Los Angeles: Elsevier, 1989. p. 283-317.

C., Alberto Klayson S.; MATTOS, O. R.; JOIA, C. J. B. M.. Seleção de Inibidores para Fluidos de Completação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CORROSÃO, 22., 2002, Salvador. **Anais...** . Salvador: Coppe, 2002. p. 3 - 10.

CARDOSO, Sheila Presentin; REIS, Fernanda Almeida dos; MASSAPUST, Filipe Castelleti. Avaliação de Indicadores de Uso Diverso como Inibidores de Corrosão. **Química Nova**, Nilópolis, v. 28, n. 5, p.756-760, jun. 2005.

CCAENN, Ryen; DARLEY, H. C. H.; GRAY, George R.. **Fluidos de Perfuração e Completação**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2014.

DRILLING, Vagas Offshore - Subsea - (Org.). **FLUIDOS DE COMPLETAÇÃO**. Disponível em: <<http://vagaoffshore.blogspot.com.br/2009/09/fluidos-de-completacao.html>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

FAGUNDES, Keila Regina Santana. **Fluidos de Completação**. Mossoró: Sonoro, 2014. 42 slides, color.

www.conepetro.com.

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

FERNANDES, Paulo Eduardo Alves. **Avaliação da tenacidade à fratura da zona afetada pelo calor (ZAC) do aço API 5L X80 soldado pelos processos SMAW e FCAW.** 2011. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

FERREIRA, Marcus Vinicius Duarte. **Completação de Poços: Aspectos Relevantes no Projeto de Completação.** Fluidos de Completação. Principais Equipamentos Utilizados na Completação.. 2009. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GARCIA, José Eduardo de Lima. A completção de Poços no Mar. São Paulo, 1997. (Apostila)

GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2011.

MACHADO, João Paulo Sampaio Eufrásio et al. Avaliação da corrosão microbológica no aço inoxidável AISI 444 por microrganismos presentes em amostras de petróleo. **Matéria**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p.258-264, jun. 2005.

MEDINA, Gustavo; MARTINS, Gysele; SOUZA, Filipe. **Corrosão: características fundamentais e métodos protetores.** 2010. 31 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia em Construção Naval, Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2010.

MELCHIADES, Ana Cláudia Bento. **Operações de perfuração de poços de petróleo.** Campina Grande: Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2011. 47 slides, color. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/CacauMelchiades/operacoes-de-perfuracao-de-poos-de-petroleo>>. Acesso em: 04 jun. 2015.

MOURA, Jéssyca Souza et al. Corrosão: colunas de perfuração de poços de petróleo. **Cadernos de Graduação**, Maceió, v. 3, n. 1, p.65-74, nov. 2015.

PONTE, Haroldo de Araújo. Fundamentos da corrosão. Curitiba, 2003. (Apostila)

PINTO, Gustavo Henrique Vieira Pereira. **Metodologia para Avaliação de Cinemática de Partículas Gasosas em Fluidos de Viscosidade Variável com o Tempo e sua Aplicação na Construção de Poços de Petróleo.** 2012. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de

Petróleo, Centro de Ciências Exatas e da Terra
- Ccet, Universidade Federal do Rio Grande
do Norte, Natal, 2012.

PLÁCIDO, João Carlos
R.. **Completação**. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAbt8AD/apostila-completacao>>. Acesso em: 08
jul. 2014.

RAMANATHAN, Lalgudi V.. **Corrosão e seu
controle**. São Paulo: Hemus, 1988.

RIBEIRO, Laís Sibaldo. **Fluidos de
Perfuração, Completação e Estações de
Fluidos**. 2013. 70 f. TCC (Graduação) -
Curso de Engenharia Química, Universidade
Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

RODRIGUES JUNIOR, Roberto
Melo. **Engenharia de poços - Fluido
completação**. Rio de Janeiro: Docslide, 2015.
22 slides, color. Disponível em:
<<http://docslide.com.br/documents/engenharia-de-pocos-fluido-completacao.html>>. Acesso
em: 16 maio 2016.

SANTOS, Anderson Rabello dos. **EEW -
412: Completação de poços**. Rio de Janeiro:
Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
96 slides, color. Disponível em:
<<http://www.saviesa.org.br/mapeamento/bibli>

oteca/completacao de pocos de PeG.pdf>.
Acesso em: 05 jun. 2015.

SILVA, D. R. “Estudo de inibidores de
corrosão em concreto armado visando a
melhoria em sua durabilidade” 2006. 190 p.
Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia dos
Materiais) - Centro de Ciências Exatas e da
Terra, Programa de Doutorado em Ciência e
Engenharia de Matérias, Universidade Federal
do Rio Grande do Norte, Natal.

SILVA, Alfonso Humberto Celia;
CALMETO, João Carlos Neves. **Noções de
Perfuração e Completação**. Disponível em:
<<http://pt.scribd.com/doc/90443389/Apostila-da-Petrobras-Nocoos-de-Perfuracao-e-Completao-Alfonso-Silva-e-Joao-Calmeto-1366-AS059-1>>. Acesso em: 07 jul. 2014.

SOUZA, Erivaldo Dias de. **Análise de
corrosão por meio de perda de massa e
espessura em aços pela ação da água
produzida de poços petrolíferas**. 2010. 143 f.
Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia
de Materias, Universidade Federal de Sergipe,
São Cristóvão, 2010.

TERZI, Rafael; MAINIER, Fernando B..
Monitoramento da Corrosão Interna em
Plataformas Offshore. **Tecno-logica**, Santa
Cruz do Sul, v. 12, n. 1, p.14-21, jun. 2008.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

FERNANDES, Paulo Eduardo Alves. **Avaliação da tenacidade à fratura da**

zona afetada pelo calor (ZAC) do aço API 5L X80 soldado pelos processos SMAW e FCAW. 2011. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.



www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

