

Impactos das Tecnologias nas Engenharias 6

**Franciele Bonatto
João Dallamuta
Julio Cesar de Souza Francisco
(Organizadores)**

Franciele Bonatto
João Dallamuta
Julio Cesar de Souza Francisco
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias nas Engenharias

6

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias nas engenharias 6 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Bonatto, João Dallamuta, Julio Cesar de Souza Francisco. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias nas Engenharias; v. 6)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-7247-159-6
DOI 10.22533/at.ed.596191303

1. Engenharia. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia.
I. Bonatto, Franciele. II. Dallamuta, João. III. Francisco, Julio Cesar de Souza.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro leitor(a)

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em engenharia e tecnologia com contribuições para a melhoria da sustentabilidade. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e processos que visam a melhoria de dados causados ao ambiente.

Outra característica dos capítulos que compõe este livro é o fato de estarem relacionadas com atividades de pesquisa de diferentes naturezas em várias áreas da engenharia e tecnológica, uma visão multidisciplinar com contribuições relevantes por meio de resultados e discussões, muitas de cunho prático e com grande aplicabilidade.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Franciele Bonatto
João Dallamuta
Julio Cesar de Souza Francisco

Gestão, Tecnologia e Engenharia: Sustentabilidade

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL: MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES A PARTIR DO REUSO DO LIXO ELETRÔNICO	
<i>Jocimar Fernandes</i> <i>André Rubim Mattos</i> <i>Ana Lucia Louzada Fernandes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.5961913031	
CAPÍTULO 2	8
SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: O SISTEMA LEED E A CERTIFICAÇÃO DA ARENA CASTELÃO	
<i>Antonio Auriseu Nogueira Pinheiro</i> <i>Antonio Leandro Cordeiro de Medeiros</i> <i>Letícia Oliveira Cunha</i> <i>Mérsia Nogueira Maia</i> <i>Moisés Rocha Farias</i> <i>Narcélio Mesquita Aires Filho</i> <i>Thaís Mota Marques</i>	
DOI 10.22533/at.ed.5961913032	
CAPÍTULO 3	20
EVOLUÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DA GASOLINA AUTOMOTIVA NO BRASIL A PARTIR DE 2001	
<i>Vanjoaldo R. Lopes Neto</i> <i>Leonardo S. G. Teixeira</i> <i>Tailee M. A. Cruz</i> <i>Ioneide P. Martins</i>	
DOI 10.22533/at.ed.5961913033	
CAPÍTULO 4	41
TAXA DE EVAPORAÇÃO DA GASOLINA GRID EM TANQUES DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: UMA AVALIAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA	
<i>Thiago da Silva André</i> <i>Francisco de Assis Oliveira Fontes</i> <i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa</i> <i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa Júnior</i> <i>Isaac Pércles Maia de Medeiros</i>	
DOI 10.22533/at.ed.5961913034	
CAPÍTULO 5	51
TAXA DE EVAPORAÇÃO DO DIESEL S10 EM TANQUES DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: UMA AVALIAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA	
<i>Thiago da Silva André</i> <i>Francisco de Assis Oliveira Fontes</i> <i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa</i> <i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa Júnior</i> <i>Isaac Pércles Maia de Medeiros</i>	
DOI 10.22533/at.ed.5961913035	

CAPÍTULO 6 61

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DE SOLO POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

João Evangelista Neto
Edry Antonio Garcia Cisneros
José Costa de Macêdo Neto
Eduardo Rafael Barreda del Campo
Weberson Santos Ferreira
Ricardo Wilson Aguiar da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.5961913036

CAPÍTULO 7 72

ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA GASOLINA E ÓLEO DIESEL COMERCIALIZADOS EM AREIA BRANCA/RN, CONFORME ESPECIFICAÇÕES DA ANP

Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado
João Luiz Porfirio da Silva
Ana Catarina Fernandes Coriolano
Jardel Dantas da Cunha
Antonio Souza de Araujo

DOI 10.22533/at.ed.5961913037

CAPÍTULO 8 81

PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM ULTRASSOM A PARTIR DE GORDURA ANIMAL PROVENIENTE DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Matheus Cavali
Valéria Pelizzer Casara
Guilherme Martinez Mibielli
João Paulo Bender
Wagner Luiz Priamo

DOI 10.22533/at.ed.5961913038

CAPÍTULO 9 92

CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE COCO A SER UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL VIA ROTA ETÍLICA

Silvanito Alves Barbosa
João Vicente Santiago do Nascimento
Fernanda de Souza Stingelin
Glauber Vinícius Pinto de Barros
Lucas Alves Batista Santos
Iasmin Souza Cruz

DOI 10.22533/at.ed.5961913039

CAPÍTULO 10 101

TRATAMENTO DE ÁGUA DE PRODUÇÃO OFFSHORE

Wellington Crispim Cardoso
Guillermo Ruperto Martín-Cortés

DOI 10.22533/at.ed.59619130310

CAPÍTULO 11 112

GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA PERFURAÇÃO OFFSHORE

Bianca de Couto Dantas Romualdo
Lúcia Maria de Araújo Lima Gaudêncio

DOI 10.22533/at.ed.59619130311

CAPÍTULO 12 128

SIMULAÇÃO DE UM VAZAMENTO DE ÓLEO DURANTE UMA OPERAÇÃO OFFLOADING

Lígia Maria dos Santos Barros Rodrigues
Anaximandro Anderson Pereira Melo de Souza
Paulo Emanuel Medeiros Paula
Davith da Silva Campos
Luís Jorge Mesquita de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.59619130312

CAPÍTULO 13 134

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE PREPARO DE AMOSTRA DE PETRÓLEO PARA DETERMINAÇÃO DE ENXOFRE POR ICP-OES

Izabel Kaline da Silva Oliveira
Álvaro Gustavo P. Galvão
Larissa Sobral Hilário
Tatiane de A. Maranhão
Djalma Ribeiro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.59619130313

CAPÍTULO 14 140

POTENCIAL USO DA AGUA PRODUZIDA REAL E SINTÉTICA COMO DISPERSANTE EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO AQUOSOS: INFLUÊNCIA NOS PARÂMETROS REOLÓGICOS, DE FILTRAÇÃO E CORROSIVIDADE

Jardel Dantas da Cunha
Keila Regina Santana Fagundes
Ana Karoline de Sousa Oliveira
Gecilio Pereira da Silva
Rodrigo Cesar Santiago
Juddson Diniz Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.59619130314

CAPÍTULO 15 151

UTILIZAÇÃO DE BIOSSORVENTES PARA REMOÇÃO DE BENZENO EM SOLUÇÕES AQUOSAS

Yasmin Maria da Silva Menezes
Evelyne Nunes de Oliveira Galvão
Aécia Seleide Dantas dos Anjos
Raoni Batista dos Anjos
Djalma Ribeiro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.59619130315

CAPÍTULO 16 163

REMOÇÃO DE FENOL EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS ATRAVÉS DE BIOFILME SUPORTADO EM CARVÃO ATIVADO ESTUDO EM BATELADA

Josiane Bampi
Heraldo Baialardi Ribeiro
Tainá Cristini Da Silva
Adriana Dervanoski
Gean Delise Leal Pasquali Vargas

DOI 10.22533/at.ed.59619130316

CAPÍTULO 17	172
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DE VERMICULITA ATIVADA POR LIXIVIAÇÃO ÁCIDA PARA REMOÇÃO DE BTX EM ÁGUA	
<i>Débora Karina da Silva Guimarães</i>	
<i>Nayonara Karolynne Costa de Araújo</i>	
<i>Amanda Duarte Gondim</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.59619130317	
CAPÍTULO 18	181
ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE BTX PRESENTE EM ÁGUA CONTAMINADA COM GASOLINA UTILIZANDO FE/AL₂O₃ COMO ADSORVENTES	
<i>Nayonara Karolynne Costa de Araújo</i>	
<i>Débora Karina da Silva Guimarães</i>	
<i>Amanda Duarte Gondim</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.59619130318	
CAPÍTULO 19	189
ESTUDO DA REMOÇÃO DE SURFACTANTES DA ÁGUA PRODUZIDA POR MEIO DE CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS	
<i>Letícia Gracyelle Alexandre Costa</i>	
<i>Álvaro Gustavo Paulo Galvão</i>	
<i>Ana Gabriela Soares da Silva</i>	
<i>Henrique Borges de Moraes Juviano</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.59619130319	
CAPÍTULO 20	198
ESTUDO DA CONVERSÃO DE ENERGIA USANDO DISPOSITIVOS BASEADOS EM MATERIAIS PIEZO-ELÉTRICO APOIADOS EM PLATAFORMAS APORTICADAS	
<i>Aline de Oliveira Schonarth</i>	
<i>Jorge Luis Palacios Felix</i>	
DOI 10.22533/at.ed.59619130320	
SOBRE OS ORGANIADORES.....	203

POTENCIAL USO DA AGUA PRODUZIDA REAL E SINTÉTICA COMO DISPERSANTE EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO AQUOSOS: INFLUÊNCIA NOS PARÂMETROS REOLÓGICOS, DE FILTRAÇÃO E CORROSIVIDADE

Jardel Dantas da Cunha

Universidade Federal Rural do Semiárido,
Departamento de Engenharia e Tecnologia,
Mossoró- RN

Keila Regina Santana Fagundes

Universidade Federal Rural do Semiárido,
Departamento de Engenharia e Tecnologia,
Mossoró- RN

Ana Karoline de Sousa Oliveira

Universidade Federal Rural do Semiárido,
Departamento de Engenharia e Tecnologia,
Mossoró- RN

Gecilio Pereira da Silva

Universidade Federal Rural do Semiárido,
Departamento de Engenharia e Tecnologia,
Mossoró- RN

Rodrigo Cesar Santiago

Universidade Federal Rural do Semiárido,
Departamento de Engenharia e Tecnologia,
Mossoró- RN

Juddson Diniz Medeiros

Universidade Federal Rural do Semiárido,
Departamento de Engenharia e Tecnologia,
Mossoró- R

evitando assim invasão dos fluidos da formação, entre outras. Inúmeras características são indesejáveis aos fluidos entre elas: toxicidade, agressividade ao meio ambiente e corrosividade aos equipamentos da coluna. O desenvolvimento de novas formulações de fluidos visa solucionar exploração em maiores profundidades dificuldades e/ou diversidade das camadas sedimentares. O trabalho tem como objetivo, determinar a influencia da água produzida sintética como agente dispersante de fluidos de perfuração base aquosa e sua influencia nas propriedades reológicas, viscosidade e propriedades corrosivas. Foi realizado um planejamento experimental 3^2 , onde as variáveis foram à salinidade e o teor de óleos e graxas. Os fluidos apresentaram características reológicas positivas onde se concluiu que é um fluido pseudoplástico e que não ocorreram grandes alterações reológicas, assim como também foram avaliadas a viscosidade aparente e volume de filtrado, relacionando-as em uma superfície de resposta para melhor visualização dos resultados. Análise do potencial de corrosividade indicaram que a presença dos óleos e graxas presentes na composição promoveram um deslocamento do potencial corrosivo com redução da taxa corrosiva.

PALAVRAS-CHAVE: Corrosão, Aços, Água Produzida, Fluidos de Perfuração.

RESUMO: Na atividade de perfuração de novos poços os fluidos de perfuração desempenham papel fundamental, decorrentes as propriedades que são desempenhadas entre elas são: resfriamento da broca, remoção dos cascalhos gerados, manutenção da estabilidade do poço

ABSTRACT: In the drilling of new wells drilling fluids play a fundamental role, resulting in the properties that are performed among them: cooling the drill, removing the generated gravels, maintaining well stability and avoiding the formation of fluids, among others. Numerous characteristics are undesirable to the fluids between them: toxicity, aggressiveness to the environment and corrosivity to the equipment of the column. The development of new fluid formulations aims at solving exploration in larger depths and / or depths of the sedimentary layers. The objective of this work is to determine the influence of synthetic water produced as a dispersing agent for aqueous base drilling fluids and their influence on rheological properties, viscosity and corrosive properties. An experimental design was carried out 32, where the variables were salinity and the content of oils and greases. The fluids presented positive rheological characteristics where it was concluded that it is a pseudoplastic fluid and that no major rheological changes occurred, as well as the apparent viscosity and volume of the filtrate were evaluated, relating them to a response surface to better visualize the results. Analysis of the corrosivity potential indicated that the presence of the oils and greases present in the composition promoted a displacement of the corrosive potential with reduction of the corrosive rate.

KEYWORDS: Corrosion, Steels, Produced Water, Drilling Fluids.

1 | INTRODUÇÃO

A estabilidade durante a perfuração de poços é algo necessário, tendo como método utilizado para mantê-la é a utilização de fluidos especialmente desenvolvidos para tal atividade. Estes fluidos são chamados de fluidos de perfuração e são circulados dentro do poço ao longo de todo o processo, com o intuito de garantir condições favoráveis e seguras para o sucesso da operação. Este fluido consiste em uma fase dispersante e em uma fase dispersa (aditivos químicos). Os processos de aditivação são empregados na composição do fluido para fornecer estas propriedades, que são essenciais, e proporcionar, ao mesmo, condições de garantir uma perfuração segura e de qualidade (ZHU, 2009).

A quantidade de água produzida gerada durante a produção de petróleo varia muito durante o processo de produção. No início, um campo produz pouca água, em torno de 5 a 15% da corrente produzida. Entretanto, à medida que a vida econômica dos poços vai se esgotando, o volume de água pode aumentar significativamente, correspondendo a uma faixa de 75 a 90% (Thomas et al., 2004). O tratamento e descarte dessa água tem se tornado um dos maiores desafios da indústria do petróleo atual.

Na indústria de petróleo, em suas atividades de extração, transporte, processamento, distribuição e armazenamento de produtos, observam-se frequentes e graves problemas ocasionados pela ação corrosiva em componentes metálicos (MACHADO *et al*, 2005 e MACK, 2002). Tomando conhecimento disso se tem ideia

do qual é importante a avaliação e estudo da corrosão nessa indústria, seja das tubulações e ferramentas, como dos fluidos utilizados para a perfuração.

Diante do entendimento da importância dos fluidos para a viabilidade da etapa de perfuração e conhecendo a problemática acerca da água produzida, este trabalho pretendeu formular um fluido de perfuração que utilizou água produzida real como fase dispersante e assim avaliar as propriedades de viscosidade e filtrado deste fluido. Verificou-se a influência de alguns parâmetros presentes na água produzida tipo a salinidade e teor de óleos e graxas, sendo estes por meio de uma solução sintética de água produzida e a influência destes nas propriedades de viscosidade e filtrado.

2 | METODOLOGIA

2.1 Preparação dos fluidos

Os fluidos de perfuração (Tabela 1) foram preparados em um agitador Hamilton Beach, adicionando sequencialmente todos os aditivos. Os aditivos foram incorporados ao fluido em intervalos de 10 minutos e, posteriormente submetidos a análise de suas propriedades reológicas e de filtração, onde foram avaliados os efeitos da concentração de água produzida. A água produzida foi adicionada na proporção de 0% (F1), 14% (F2), 28% (F3), 42% (F4), 57% (F5), 71% (F6), 85% (F7) e 100% (F8) em relação 1 bbl-eq.

Aditivo	Quantidade
Água produzida/Água produzida sintética	1bbl-eq
Goma Xantana (lb/bbl)	1,5
CMC (lb/bbl)	3,0
NaCl (lb/bbl)	20,0
CaCO ₃ (lb/bbl)	20,0

Tabela 1 - Formulação dos fluidos de perfuração

2.1.1 Preparação da água produzida sintética

Os efluentes sintéticos foram formulados adotando um planejamento experimental 2³ (dois níveis e três variáveis) resultando em nove experimentos as quais foram analisadas por diagrama de Pareto e superfície de resposta. Os valores mínimos, médios e máximos foram delimitados para cada parâmetro (Tabela 2).

A análise dos efluentes sintéticos na composição visa estudar a influência de alguns parâmetros que contribuem no comportamento dos fluidos de perfuração.

Fluidos	Salinidade	TOG
F9	1%	100 mg/L
F10	1%	300 mg/L
F11	1%	500 mg/L
F12	3%	100 mg/L
F13	3%	300 mg/L
F14	3%	500 mg/L
F15	5%	100 mg/L
F16	5%	300 mg/L
F17	5%	500 mg/L

Tabela 2 – Planejamento Experimental 3².

2.2 Caracterização da água produzida

Para a determinação dos cátions e ânions, foi utilizado um Cromatógrafo de Íons da marca DIONEX, modelo ICS-2000 trabalhando em conjunto com um ICS-3000, da DIONEX, ambos operando com detector de condutividade e supressão eletroquímica. As condições cromatográficas: Para Ânions, foi utilizada geração de eluente de KOH, 10 mM de 0-10 min, 10 a 50 mM até 22 min, 22-28 min ficou em 50 mM, 28-33 min 10mM. A coluna analítica AS19 (2mm x 250mm) a coluna de guarda será a AG19 (2mm x 50mm). Para cátions o eluente será o H₂SO₄, 20mM realizada em regime isocrático. A coluna analítica foi a CS12A de (4mm x 250mm) e a de guarda CG12A (4mm x 50mm).

2.3 Determinação dos parâmetros reológicos

As propriedades reológicas foram determinadas em um viscosímetro rotativo da FANN, modelo 35 A, combinação de R1-B1 e mola de torção F1. A análise reológica de cada fluido foi realizada em diferentes rotações (600, 300, 200, 100, 6 e 3 rpm) e, posteriormente, a viscosidade plástica (VP), viscosidade aparente (VA), limite de escoamento (LE) e a força gel (Gel inicial e final) foram determinadas, conforme a norma API 13B-1.

2.4 Determinação dos parâmetros de filtração

Os fluidos foram filtrados através de um filtro de papel Whatman N° 50, sob pressão de 100 PSI exercida com nitrogênio gasoso, por 30 minutos, em filtro prensa API Baixa Pressão, Baixa Temperatura (BPBT) da FANN. Este teste foi realizado conforme a norma API 13B-1.

2.5 Ensaios de Corrosividade

Os testes foram procedidos em célula de três eletrodos: o eletrodo de trabalho foi

confeccionado a partir do aço API 5L A210 com composição: Fe, 98.88; C, 0.20; Mn, 0.91; P, 0.01; S, 0.006; Ni, 0.04; Cr, 0.05, Mo, 0.009; Cu, 0.04 e área de 1,2568 cm². O contra eletrodo empregado foi de platina e o eletrodo de referencia de Prata/Cloreto de Prata (Ag/AgCl). 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.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da água produzida real

A Tabela 3 apresenta o resultado da água produzida empregada na formulação dos fluidos de perfuração.

Parâmetro	Unidade	LD	LQ	Resultado
Acetato	mg/L	0,1943	0,5829	124,61
Brometo	mg/L	0,0775	0,2580	98,50
Cloreto	mg/L	0,5455	1,8166	12037,21
Sulfato	mg/L	0,1391	0,4631	5,39

Tabela 03 – Características da água produzida real

A água produzida em comparação com a água doce apresenta como os principais agentes corrosivos, os ânions cloreto (Cl⁻), acetato (CH₃COO⁻), e brometos (Br⁻), os quais apresentaram valores de 12307,21 mg/L, 124,61 mg/L e 98,50 mg/L respectivamente. Estes valores são considerados altos quando comparados com as características de água doce dispostas no CONAMA 357, que delimite um teor máximo de 250 mg/L de cloreto e de sulfatos, e não especifica valores máximos para brometos e acetatos.

3.2 Parâmetros reológicos dos fluidos de perfuração

A Tabela 4 mostra os parâmetros reológicos dos fluidos de perfuração em função da concentração de água produzida real.

Fluido	Índice de fluxo (n)	Índice de consistência (K)(mPas)	R ²	Viscosidade Aparente (cP)	Viscosidade Plástica (cP)	Limite de escoamento (lbf/100ft ²)
F1	0,362	4,0307	0,9955	22,00	12	20
F2	0,3504	3,8292	0,9908	19,50	10	19
F3	0,3437	3,817	0,9915	19,00	10	18
F4	0,3615	3,2074	0,9957	17,50	10	15
F5	0,3813	2,5385	0,9952	16,00	10	12
F6	0,3437	3,871	0,9915	19,00	10	18
F7	0,3326	3,3567	0,9971	15,00	8	14
F8	0,3235	3,7168	0,9832	16,00	8	16

Tabela 4 - Parâmetros reológicos dos fluidos de perfuração confeccionados com água produzida real

Observando-se o coeficiente de regressão (R^2), percebe-se que houve um bom ajuste do modelo de potência aos dados reológicos de todos os fluidos. Além disso, o índice de comportamento (n) apresentou valores típicos de fluidos pseudoplásticos, variando de 0,32 a 0,38.

A Tabela 5 mostra os parâmetros reológicos dos fluidos poliméricos em função da variação da concentração de contaminantes da água produzida sintética.

Observando-se o coeficiente de regressão (R^2), percebe-se que houve um bom ajuste do modelo de potência aos dados reológicos de todos os fluidos. Além disso, o índice de comportamento (n) apresentou valores típicos de fluidos pseudoplásticos, variando de 0,31 a 0,34.

Fluido	Índice de fluxo (n)	Índice de consistência (K)(mPas)	R^2	Viscosidade Aparente (cP)	Viscosidade Plástica (cP)	Limite de escoamento (lbf/100ft ²)
F9	0,3192	5,3238	0,9961	21,50	10	23
F10	0,3252	4,5793	0,9880	20,00	10	20
F11	0,3308	4,5509	0,9894	21,00	12	18
F12	0,3357	4,3693	0,9954	20,00	10	20
F13	0,3240	4,9172	0,9925	20,00	11	18
F14	0,3427	4,1272	0,9930	20,00	11	18
F15	0,3486	3,6524	0,9223	21,50	15	13
F16	0,3380	4,5260	0,9926	21,50	12	19
F17	0,3401	4,5111	0,9925	21,50	11	21

Tabela 5 - Parâmetros reológicos dos fluidos de perfuração confeccionados com água produzida sintética

De acordo com dados apresentados na Tabela 5, fica evidenciado a redução dos parâmetros reológicos com a concentração de água produzida utilizada. Esse efeito pode ser explicado devido ao aumento da salinidade do fluido, corroborando com a literatura, onde esta reporta que o aumento da força iônica é responsável por blindar eletrostaticamente os grupos carboxilatos presentes na goma xantana e assim, reduzir o volume hidrodinâmico da molécula e conseqüentemente reduzindo as propriedades reológicas dos fluidos.

De acordo com a Tabela 5 percebe-se que a utilização do efluente sintético nos fluidos não é responsável por governar a reologia dos fluidos de perfuração no poço, no entanto é indispensável que seu uso promova uma menor perda de carga no sistema e um menor torque na coluna. Sendo, portanto indispensável associar as propriedades reológicas com as de filtração dos fluidos.

3.3 Parâmetros de filtrado

O Gráfico 01, mostra a influência do volume de filtrado em função da variação de

concentração da água produzida real (fluidos F1 a F8) e sintética (fluidos F9 a F17).



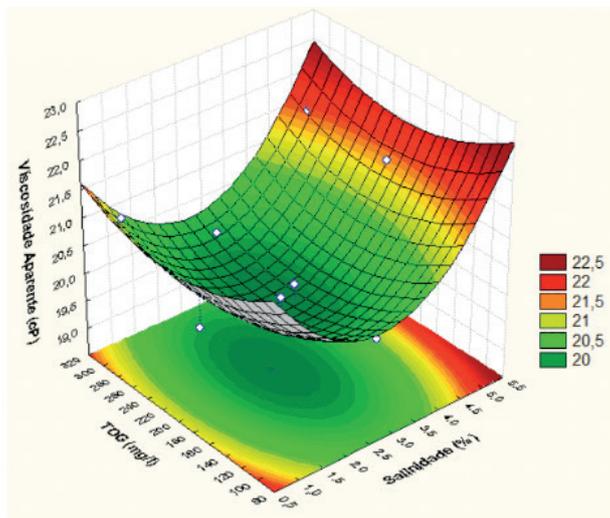
Gráfico 01 – Influência do volume do filtrado com a concentração de água produzida

Fonte: O autor

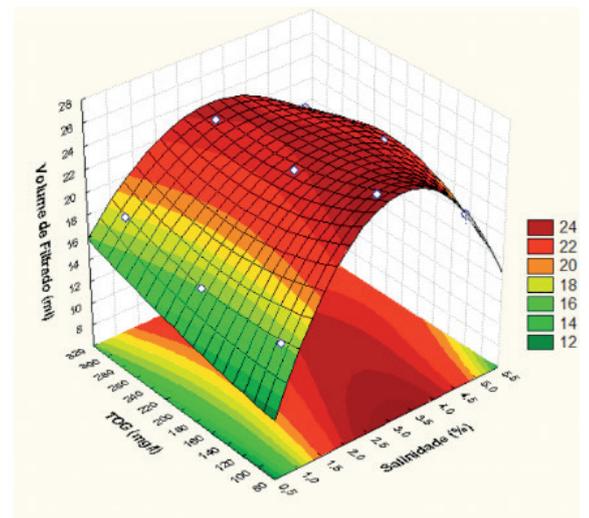
De acordo com o Gráfico 01, percebe-se que o volume de filtrado aumenta com a concentração de sal no fluido, isso pode ser explicado provavelmente em virtude dos mecanismos que controlam a adsorção dos polímeros na superfície do CaCO_3 serem fortemente associados ao impedimento estérico e a interação eletrostática. Dessa forma, em virtude da goma xantana apresentar uma conformação estrutural fortemente dependente do sal, o aumento de cargas catiônicas (provenientes da água produzida utilizada) no meio é responsável por uma maior interação intermolecular, o que dificulta a adsorção na superfície do agente obturante, promovendo assim, o aumento da permeabilidade do reboco, com conseqüente elevação do volume de filtrado.

3.4 Análise da superfície de resposta

A Figura 01 mostra a superfície de resposta, dos fluidos de perfuração confeccionados com água produzida sintética, na Figura 1.a observa-se a relação da viscosidade aparente com a interação entre o TOG e a salinidade e a Figura 1.b, a relação do volume do filtrado e sua interação com o TOG e a salinidade.



a)



b)

Figura 01 - Análise da superfície de resposta, para os fluidos preparados com água produzida sintética a) viscosidade aparente e b) volume do filtrado

Fonte: o autor

De acordo com a Figura 1.a e 1.b percebe-se que a viscosidade é máxima, dentro dos intervalos de parâmetros avaliados, quando a salinidade atinge o seu ponto máximo de 5%, tendo com essa característica, também se observa que houve pouca influência do TOG na viscosidade aparente dos fluidos, esse aumento da viscosidade aparente com a salinidade pode ser explicado devido provavelmente a maior interação da cadeia lateral da cadeia principal da Goma Xantana.

3.5 Potencial de corrosividade

O Gráfico 02, apresenta as taxas corrosivas dos fluidos de perfuração F1 a F8, confeccionados com a água produzida e os fluidos F9 a F17 os fluidos confeccionados com água produzida sintética. O Gráfico 02, taxas corrosivas em função da variação de concentração da água produzida real (fluidos F1 a F8) e sintética (fluidos F9 a F17).

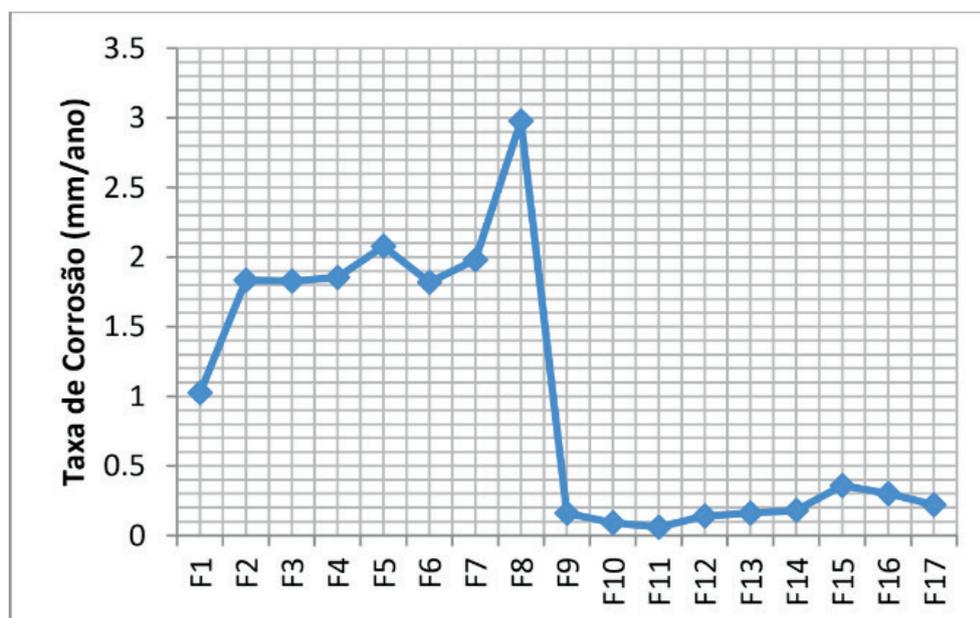


Gráfico 02 – Taxa corrosiva dos fluidos de perfuração.

Fonte: Autor

O fluido de perfuração F1 apresenta um potencial mais catódico quando comparado com o fluido F9, o próprio apresenta uma concentração de água produzida de 100% onde a taxa corrosiva foi superior a 2,9 mm/ano (Gráfico 02). Comportamento diferente os fluidos F15 a F17 apresentaram potencial mais anódico.

Em concentrações de 100% de água produzida, observou-se um aumento da concentração da corrente de corrosão onde os valores obtidos se equivalem aos fluidos produzidos com 0% de água produzida, pois à medida que continuava a aumentar a concentração de água produzida no fluido, o limite de proteção contra corrosão foi atingido e o eletrodo voltou a sofrer corrosão.

As curvas Figura 1.b não apresentam mudanças significativas mediante a alteração nos teores de NaCl e óleos e graxas (TOG), porém observa-se uma mudança no potencial de corrosão de 90 mV para os fluidos F9 a F11, de 50 mV para os fluidos F12 a F14 e de 30 mV para os fluidos F14 a F17. Os fluidos com aumento no teor de NaCl observa-se uma região de ruptura da passividade dos filmes nos fluidos de F3 a F9 ocasionando a formação de processo corrosivo localizado (pites). As taxas corrosivas (Gráfico 02) apresentaram uma redução nos valores decorrentes com aumento do teor de óleos e graxas para os fluidos F9 a F11 e os fluidos F15 a F17. Os fluidos F12 a F14 apresentaram um aumento na taxa corrosiva decorrente ao deslocamento do potencial anódico.

Como mostra a Figura 1.a, em potenciais acima de -0,68 V/EAg/AgCl observa-se uma redução na inclinação do coeficiente angular da curva (Corrente VS potencial) com o aumento na concentração de água produzida. O aumento da concentração de cloreto promoveu uma maior difusão de íons cloreto (Blanc & Mankowski, 1997) no seu interior com a hidrólise de cloretos de ferro ou a formação de complexo intermetálicos

de FeCl_4^- que leva a uma acidificação no fundo do pite.

A diferença entre as curvas apresentadas (Figura 1.a e 1.b) está associada ao aumento na concentração dos íons cloreto e dos demais agentes corrosivos presentes na água produzida, conforme caracterizada (Tabela 3), que promovem outros mecanismos de corrosão. A própria ação dos componentes orgânicos presentes, promovem uma modificação da adsorção dos íons presentes devido a mudança na estrutura da DCE (Dupla Camada Elétrica), mediante adsorção de espécies orgânicas (Lelinski, 1993) em concentrações da água produzida até concentrações de 43%.

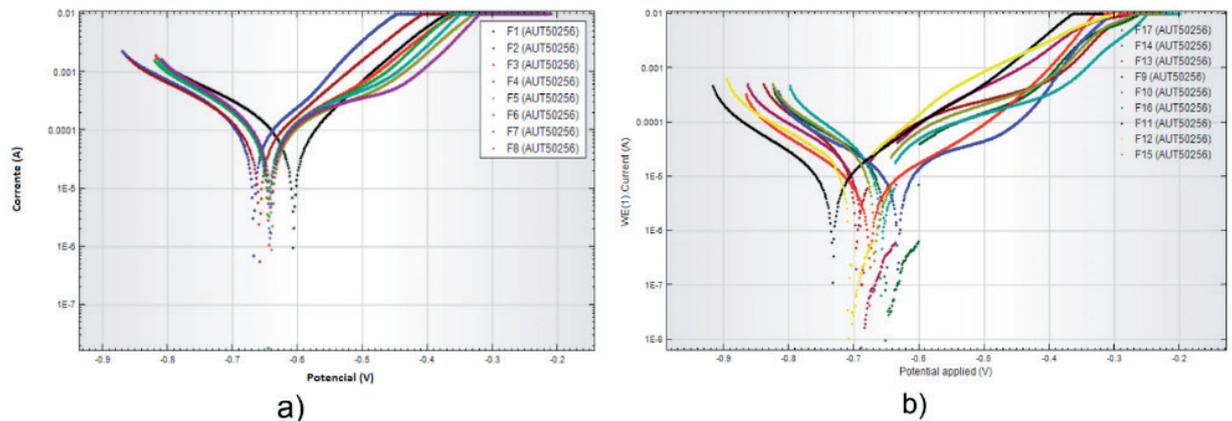


Gráfico 03 - Curvas de polarização anódica e catódica num diagrama mono logarítmico para os ensaios realizados a temperatura ambiente e nas concentrações dos fluidos estudados, a) Fluidos preparados com água produzida e b) Fluidos preparados com água produzida sintética

4 | CONCLUSÕES

Observou-se a diminuição nos valores dos parâmetros reológicos com o aumento da concentração de água produzida, esse efeito pode ser justificado pela presença do alto teor de cloretos presentes na água, que alteraram a conformação dos polímeros presentes nos fluidos, alterando a viscosidade dos fluidos.

Observou-se um incremento no volume de filtrado com o aumento da concentração de água produzida, isto acontece devido ao aumento de cargas catiônicas no meio, o que dificulta a adsorção na superfície do agente obturante, aumentando a permeabilidade do reboco formado.

Os resultados indicaram o aumento da viscosidade aparente dos fluidos sintéticos com a concentração de sal, devido, provavelmente, a maior interação da cadeia lateral com a cadeia principal da goma xantana, promovendo assim, um aumento da viscosidade aparente.

O teor de óleos e graxas promoveu uma redução nas taxas corrosivas e nos potenciais de corrosão e de pites dos fluidos de perfuração confeccionados com água produzida sintético sendo o resultado similar aos fluidos de perfuração com água produzida industrial em detrimento dos teores de óleos e graxas e também das frações

orgânicas.

A água produzida real pode ser utilizada sem tratamento para a formulação de fluidos de perfuração, pois apresenta valores satisfatórios de parâmetros reológicos e de filtração. No aspecto referente a taxa corrosiva observa-se a necessidade do emprego de algum inibidor de corrosão.

REFERÊNCIAS

BLANC, C.; MANKOWSKI, G. "Susceptibility to Pitting Corrosion of 6056 Aluminium Alloy" *Corrosion Science* 39 (1997) 949-959.

LELINSKI, D. ASH, Flotation of dispersed Oil Droplets – A Model System for Betumen Flotation from Tar Sand, Dissertação de Mestrado, University of Utah, USA, 1993.

MACHADO, J. C. Fundamentos e Classificação de Fluidos Viscosos. Reologia e Escoamento de Fluidos– Ênfase na indústria do petróleo. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2002. pg 1-40.

MACK, R., WILLIAMS, C., LESTER, S., Stress Corrosion Cracking of a Cold Worked 22Cr Duplex Stainless Steel Production Tubing in a High Density Clear Brine CaC_{12} Packer Fluid – Results of the Failure Analysis at Deep Alex and Associated Laboratory Experiments. *Corrosion/2002*, Houston TX: NACE Paper No. 02067:1-3.

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

ZHU Kuanliang, FENG Jinghai, HAN Fei, Li Nan., Pilot test of horizontal drilling and completion techniques in Nanpu Oilfield, *PETROL. EXPLOR. DEVELOP.*, 2009, 36 (5): 658–663.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-159-6

