



# As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022



# As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



# As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0141-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.414222104>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. 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. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

MINIATURIZAÇÃO DE UM ARRANJO LOG-PERÍODICO QUASE-FRACTAL DE ANTENAS DE MICROFITA PARA APLICAÇÕES EM REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO NA FAIXA DE 2,44 GHZ

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira

Pedro Carlos de Assis Júnior

Vinícius Nunes de Queiroz

Marcos Lucena Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221041>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

A NORMATIZAÇÃO COMO MEIO DE INCENTIVO A DISSEMINAÇÃO DAS MICRORREDES ATRAVÉS DE POLÍTICA DE IMPOSTO E TARIFAÇÃO

Kelda Aparecida Godói dos Santos

Pedro André Zago Nunes de Souza

André Nunes de Souza

Haroldo Luiz Moretti do Amaral

Fábio de Oliveira Carvalho

Pedro da Costa Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221042>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

ESTUDO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA VIA IOT EM RESERVATÓRIO COM CONTROLE DE NÍVEL AUTOMATIZADO

Eduardo Manprin Silva

Luís Miguel Amâncio Ribeiro

Selton de Jesus Silva da Hora

Rogério Luis Spagnolo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221043>

### **CAPÍTULO 4..... 34**

SISTEMA SUPERVISÓRIO E CONTROLE MIMO ATRAVÉS DE LÓGICA

Márcio Mendonça

Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Carlos Alberto Paschoalino

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Francisco de Assis Scannavino Junior

José Augusto Fabri

Edson Hideki Koroishi

André Luís Shiguemoto

Celso Alves Corrêa

Kazuyochi Ota Junior

Odair Aquino Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221044>

**CAPÍTULO 5..... 50**

**EMPILHADEIRA AUTOMÁTICA**

Camila Baleiro Okado Tamashiro

Edison Hernandez Belon

Gabriel Pucharelli Molina

Filipe Cortez

Joao Victor de Elmos da Silva

Joao Vitor da Silva Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221045>

**CAPÍTULO 6..... 53**

**INTENSIVE RAINFALLS AND IONIZING RADIATION MEASUREMENTS IN FEBRUARY 2020 IN SÃO JOSÉ DOS CAMPOS BRAZIL REGION**

Inacio Malmonge Martin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221046>

**CAPÍTULO 7..... 62**

**ANÁLISE DE FALHA DE QUEBRA DE MANCAL SNH517 EM FERRO FUNDIDO CINZENTO EN GJL-200 (EN 1561) EM REGIME DE TRABALHO**

Cristofer Vila Nova Fontes

Marcelo Bergamini de Carvalho

João Mauricio Godoy

Sérgio Roberto Montoro

Amir Rivaroli Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221047>

**CAPÍTULO 8..... 71**

**PULSE TRANSIT TIME DETECTS CHANGES IN BLOOD PRESSURE IN RESPONSE TO GALVANIC VESTIBULAR STIMULATION AND POSTURE**

Adriana Pliego Carrillo

Rosario Vega

Daniel Enrique Fernández García

Claudia Ivette Ledesma Ramírez

Enrique Soto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221048>

**CAPÍTULO 9..... 78**

**EVIDENCIA INICIAL DE LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN DE EMPRESAS COLOMBIANAS A LA PANDEMIA CAUSADA POR EL SARS-COV2**

Lucas Adolfo Giraldo-Ríos

Jenny Marcela Sanchez-Torres

Diana Marcela Cardona Román

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221049>

**CAPÍTULO 10..... 85**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO HUMANO DE PISOS MISTOS (AÇO-CONCRETO)**

## SUBMETIDOS A CARGAS DINÂMICAS RÍTMICAS

Elisângela Arêas Richter dos Santos

Karina Macedo Carvalho

Miguel Henrique de Oliveira Costa

José Guilherme Santos da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210410>

## **CAPÍTULO 11..... 100**

### PANORAMA DAS POLÍTICAS DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPP'S) EM AEROPORTOS BRASILEIROS

Débora Comin Dal Pozzo

Caroline Miola

Humberto Anselmo da Silva Fayal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210411>

## **CAPÍTULO 12..... 112**

### ENCERRAMENTO DE ATIVIDADE INDUSTRIAL: DIRETRIZES PARA DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE DESATIVAÇÃO

Loiva Zukovski

Marlene Guevara dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210412>

## **CAPÍTULO 13..... 125**

### USO DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS DO USO PÚBLICO NO PARQUE NACIONAL DO PAU BRASIL, PORTO SEGURO - BA

Bianca Rocha Martins

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva

Gabriela Narezi

Valter Antonio Becegato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210413>

## **CAPÍTULO 14..... 138**

### AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE MATURIDADE DE CULTURA DE SEGURANÇA EM ORGANIZAÇÃO DO TERCEIRO SETOR

Rodrigo Ferreira de Azevedo

Gilson Brito Alves de Lima

Licínio Esmeraldo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210414>

## **CAPÍTULO 15..... 152**

### THE EVOLUTION OF REGULATION OF THE AIR NAVIGATION ACTIVITY IN BRAZIL

Marcus Vinicius do Amaral Gurgel

Jefferson Luis Ferreira Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210415>

**CAPÍTULO 16..... 169**

**ESTUDO DE *BACKGROUND* GEOQUÍMICO ambiental em ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (aid) DA MINERAÇÃO**

Flávio de Moraes Vasconcelos  
Gabriel Melzer Aquino  
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
João Santiago Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210416>

**CAPÍTULO 17..... 183**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DRENAGEM ÁCIDA E LIXIVIAÇÃO DE METAIS EM PILHAS DE ESTÉRIL E BARRAGEM DE REJEITOS DE MINERAÇÃO**

Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
Flávio de Moraes Vasconcelos  
Hairton Costa Ferreira  
Marcos Rogério Palma  
Denner Dias Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210417>

**CAPÍTULO 18..... 197**

**ESTUDO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DA CAVA DA MINERAÇÃO RIACHO DOS MACHADOS PARA DESCARTE DO EFLUENTE**

Flávio de Moraes Vasconcelos  
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
Igo de Souza Tavares  
Ernesto Machado Coelho Filho  
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210418>

**CAPÍTULO 19..... 204**

**MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA: MÉTODO DO MOLINETE NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ (RONDÔNIA)**

Renato Billia de Miranda  
Frederico Fábio Mauad  
Denise Parizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210419>

**CAPÍTULO 20..... 218**

**APLICAÇÃO DE MATRIZ FILTRANTE DESFLUORETADORA, COMPOSTA POR SISTEMA CÉRIA/CARVÃO ATIVADO DE COCO (*Coccus nucifera* L.), EM ÁGUAS COMPLEXAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Carlos Christiano Lima dos Santos  
Poliana Sousa Epaminondas Lima  
João Jarllys Nóbrega de Souza  
Tainá Souza Silva  
Rodrigo Lira de Oliveira  
Carlo Reillen Lima Martins

Ilauro de Souza Lima  
Ana Sabrina Barbosa Machado  
Maria Soraya Pereira Franco Adriano  
Alexandre Almeida Júnior  
Isabela Albuquerque Passos Farias  
Fabio Correia Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210420>

**CAPÍTULO 21.....233**

RESPONSIBLE MANAGEMENT OF XANTHATES TO ENSURE THE SUSTAINABILITY OF MINING INDUSTRIES IN LATIN AMERICA

Maria Andrea Atusparia Cierro  
Fredy Castillejo  
Gloria Valdivia  
María Atusparia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210421>

**CAPÍTULO 22.....251**

COBERTURA DE PILHA DE ESTÉRIL EM CLIMAS SEMI-ÁRIDOS

Flávio de Moraes Vasconcelos  
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
Michael Milczarek  
Rodrigo Dhryell Santos  
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210422>

**CAPÍTULO 23.....258**

SÍNTESE E QUEBRA DE EMULSÃO ÓLEO EM ÁGUA (O/A) VIA AQUECIMENTO E ADITIVAÇÃO COM NONILFENOL POLIETOXILADO

Heithor Syro Anacleto de Almeida  
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega  
Diego Ângelo de Araújo Gomes  
Rafael Stefano Costa Mallak,  
Francisco Klebson Gomes dos Santos  
Alyane Nataska Fontes Viana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210423>

**CAPÍTULO 24.....268**

DESESTABILIZAÇÃO DE EMULSÃO (O/A) DO PETRÓLEO BRUTO UTILIZANDO ÁLCOOL LAURÍLICO ETOXILADO ALIADO A VARIAÇÃO DA TEMPERATURA

Rafael Stefano Costa Mallak  
Heithor Syro Anacleto de Almeida,  
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega  
Francisco Klebson Gomes dos Santos  
Alyane Nataska Fontes Viana  
Diego Angelo de Araujo Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210424>

<b>CAPÍTULO 25.....</b>	<b>280</b>
ESTUDIO PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN POR MEDIO DELA COMBUSTIÓN DEL GAS METANOS IN REALIZAR UNA RECUPERACIÓN ENERGÉTICA Vilma Del Mar Amaya Gutiérrez  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210425">https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210425</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>285</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>286</b>

# CAPÍTULO 24

## DESESTABILIZAÇÃO DE EMULSÃO (O/A) DO PETRÓLEO BRUTO UTILIZANDO ÁLCOOL LAURÍLICO ETOXILADO ALIADO A VARIAÇÃO DA TEMPERATURA

Data de aceite: 01/02/2022

### Rafael Stefano Costa Mallak

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,  
Centro de Engenharias  
Mossoró - RN  
<http://lattes.cnpq.br/3399334807775109>

### Heithor Syro Anacleto de Almeida

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,  
Centro de Engenharias  
Mossoró - RN  
<http://lattes.cnpq.br/5833053326179641>  
<https://orcid.org/0000-0002-1847-6555>

### Geraldine Angélica Silva da Nóbrega

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,  
Centro de Engenharias  
Mossoró - RN  
<http://lattes.cnpq.br/2114102220321647>  
<https://orcid.org/0000-0003-2729-1197>

### Francisco Klebson Gomes dos Santos

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,  
Centro de Engenharias  
Mossoró - RN  
<https://orcid.org/0000-0003-4542-6382>

### Alyane Nataska Fontes Viana

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,  
Centro de Engenharias  
Mossoró - RN  
<http://lattes.cnpq.br/8467748480864688>

### Diego Angelo de Araujo Gomes

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Mossoró - RN  
<http://lattes.cnpq.br/1122632660553343>  
<https://orcid.org/0000-0001-7370-5966>

**RESUMO:** A partir dos problemas gerados por corrosões em tubulação e em equipamentos de refino de óleo bruto que cria prejuízo para indústria observou a necessidade de que antes do refino deve ser feita a separação de óleo da água proveniente de aquíferos subterrâneos e também do mecanismo de recuperação do óleo. Normalmente água e óleo não são miscíveis, isso quer dizer que eles não se misturam, porém, como este óleo bruto está sobre pressão durante milhares de anos e possui tensoativos naturais, criam essa emulsão. Depois da separação dessa emulsão a água de produção deve estabelecer um nível mínimo de qualidade para ser descartada na natureza. O objetivo é realizar essa separação utilizando tensoativo, do tipo álcool laurílico etoxilado, aliado a temperatura para realizar os processos de floculação, sedimentação e coalescência até a separação do óleo, para verificar, analisar e concluir qual é o melhor tensoativo e temperatura para obter a melhor eficiência possível. A pesquisa foi realizada preparando uma solução contendo 90 % de água destilada e 10 % de óleo, os experimentos foram repetidos com a adição de 1,5 % de NaCl para simular as emulsões retiradas dos campos de produções de petróleo. Após o preparo das emulsões foram adicionados

tensoativos e posto ao banho termostático, variando a temperatura de 30 °C até 70 °C. Após analisar os resultados foi observado que o melhor desempenho apresentado foi o tensoativo Álcool Laurílico 3EO.

**PALAVRAS-CHAVE:** Emulsão O/A. Tensoativo. Desestabilização da emulsão. Quebra da emulsão. Separação O/A.

## DESTABILIZATION OF EMULSION (O/W) OF CRUDE OIL USING ETHOXYLATED LAURYL ALCOHOL ALLIED WITH TEMPERATURE VARIATION

**ABSTRACT:** From the problems generated by corrosion in pipes and in crude oil refining equipment, which creates damage to the industry, it was observed that before refining, the oil must be separated from the water coming from underground aquifers and also from the mechanism of oil recovery. Normally, water and oil are not miscible, that is to say they do not mix, however, as this crude oil is under pressure for thousands of years and has natural surfactants, this emulsion is formed. After separation from the emulsion, the production water must establish a minimum level of quality to be discarded in nature. The objective of this work is to carry out this separation using surfactant, of the ethoxylated lauryl alcohol type, combined with temperature to carry out the flocculation, sedimentation and coalescence processes until oil separation, to verify, analyze and conclude which is the best surfactant and temperature for obtain the best possible efficiency. The research was carried out by preparing a solution containing 90% distilled water and 10% oil, the experiments were repeated with the addition of 1.5% NaCl to simulate the emulsions taken from oil production fields. After preparing the emulsions, surfactants were added and placed in a thermostatic bath, varying the temperature from 30 °C to 70 °C. After analyzing the results, it was observed that the best performance presented was the surfactant Lauryl Alcohol 3EO.

**KEYWORDS:** O/W emulsion. Surfactant. Destabilization of the emulsion. Breakage of the emulsion. O/W separation.

## 1 | INTRODUÇÃO

As pesquisas na área de extração e recuperação de efluente (gasoso ou líquido) e solo estão se desenvolvendo devido à exigência do mercado e constante busca de um padrão de qualidade, que cada dia vem sendo mais rigoroso. O alto poder solubilizante dos meios microemulsionados vem acompanhando este desenvolvimento, visto que é utilizado para extrair e recuperar efluentes e solos, trazendo grandes perspectivas na retirada do óleo da água de produção. Os tensoativos, em princípio, modificam as propriedades de um sistema gás-água-óleo, evitando a formação de cristais de hidrato de gás natural como relata Palermo Sonin e Lubek (1997). Os tensoativos são importantes porque apresentam a propriedade de se adsorver nas superfícies ou interfaces líquido-líquido, líquido-gás e sólido-líquido, reduzindo de maneira significativa a tensão interfacial (ARAÚJO, 2004).

Para Liu (2003) a água contida no óleo bruto gera um grande custo para o transporte deste óleo, porque seu volume total aumenta, e devido ao grande teor de sal da água gera problema de incrustação e corrosão nos oleodutos de exportações. Além de afetar

o funcionamento do bombeio, equipamentos de refino e contêineres prejudicando o refino como relata Liu (2010).

Um importante aspecto a ser considerado é o destino adequado para a água tratada. Por questões ambientais a água de produção não pode ser lançada ao meio ambiente contendo óleo. Ela deve ser separada do óleo e este deve apresentar níveis mínimos estabelecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) que é um órgão do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) conforme a resolução CONAMA 393/07 no artigo 5º estabelecendo que o descarte de água produzida deverá obedecer à concentração média aritmética simples de óleos e graxas de até 29 mg/L, com valor máximo diário de 42 mg/L.

## 1.1 Tensoativos

Daltin (2011) define tensoativos como uma molécula que apresenta uma parte que tem característica apolar ligada a outra parte que tem característica polar. A sua parte polar tem afinidade para fazer ligações com substâncias polares e a sua parte apolar tem afinidade para fazer ligações com substâncias apolares. Podemos identificar essas características através da figura 1.

A figura 1 de Curbelo (2006) mostra como é a estrutura de uma molécula tensoativa.

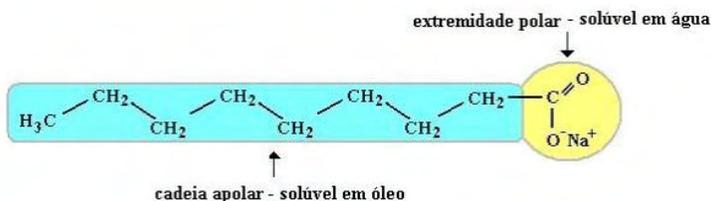


Figura 1: Molécula tensoativa.

Segundo Roodbari (2011), esses tensoativos possuem grupos hidrofílicos e lipofílicos fazendo com que tenham afinidades com a água como também com o óleo e assim impedindo os aglomerados de água de sofrer coalescência estabilizando a emulsão de dois líquidos imiscíveis.

### 1.1.1 Tensoativos etoxilados

Os tensoativos etoxilados são obtidos da reação de um álcool ou ácido graxo com óxido de eteno. Em função do número de unidades de óxido de eteno (grau de etoxilação), obtêm-se produtos que exibem diferentes valores de BHL, permitindo a escolha de um produto para cada aplicação. Utilizando produtos desemulsificante à base de copolímeros de óxido de etileno e propileno, revelaram que os produtos mais eficientes são aqueles situados na faixa de BHL entre 6,8 e 8,8 (ARAÚJO, 2004).

## 1.2 Balanço Hidrofílico-Lipofílico

O BHL foi descoberto por Griffin em 1949 para selecionar adequadamente o tipo de tensoativo a ser utilizado.

A quadro 2 de Holmberg (2007) mostra como os tensoativos se comportam conforme o BHL.

BHL	Aplicação
3-6	Emulsificante A/O
7-9	Agente molhante
8-14	Emulsificante O/A
9-13	Detergente
10-13	Solubilizante
12-17	Dispersante

Quadro 2: Aplicação do tensoativos em função do BHL.

O BHL é uma escala de 1 até 18, sendo que os valores baixos apresentam pequenos números de grupos hidrofílicos, ou seja, o surfactante apresenta maior afinidade com fase oleosa fazendo com que a parte apolar do tensoativo tenha maior contribuição. Para os valores altos apresentam grandes números de grupos hidrofílicos, ou seja, o surfactante apresenta maior afinidade com fase aquosa fazendo com que a parte polar do tensoativo tenha maior contribuição como relata Daltin (2011).

## 1.3 Formação micelar e CMC

Em soluções aquosas, as moléculas dos tensoativos operam na forma de monômeros (são pequenas moléculas que podem se ligar entre si formando moléculas maiores), orientando-se preferencialmente nas interfaces, diminuindo a tensão interfacial. A parte hidrofóbica sofre repulsão pela fase aquosa, enquanto os grupos polares são atraídos por interações eletrostáticas (TORAL, 1973).

O agregado molecular, de tamanho coloidal, em equilíbrio com as moléculas a partir das quais são formadas é chamado de micela (DELNUNZLO, 1990). Sua formação ocorre a partir de uma certa concentração, chamada de Concentração Micelar Crítica (CMC), quando as moléculas adicionadas se reúnem em agregados com a parte polar em contato com a água e suas camadas hidrófobas orientadas para o interior, para poder ter um mínimo de superfície em contato com o diluente (SCRIVEN, 1977).

A CMC é determinada através de gráficos e baseia-se no fato de que, acima de determinadas concentrações, todas as propriedades físicas da solução, tais como condutividade elétrica, tensão superficial, dispersão da luz ou índice de refração, mudam bruscamente (ARAÚJO, 2004).

Silva (2008) elenca três fatores que influenciam a CMC, a natureza do tensoativo, a

temperatura e a força iônica.

Um aumento da parte hidrófoba da molécula diminui fortemente este valor, enquanto a natureza da parte hidrófila tem uma menor influência, quer para os tensoativos iônicos ou não iônicos. Silva (2008) ainda afirma que a elevação da temperatura para os iônicos ocasiona um aumento na CMC, enquanto para os não iônicos faz com que esta decresça.

Quando a concentração do tensoativos encontra-se abaixo da CMC o tensoativo está, predominantemente, na forma de monômeros. E a concentração estando acima da CMC começa a existir um equilíbrio entre micelas e monômeros (SCHONS, 2008).

## 1.4 Mecanismos envolvidos na quebra de emulsão

### 1.4.1 Sedimentação

As emulsões podem ser quebradas a partir de vários mecanismos, como mostrado na figura 2 por Daltin (2011).

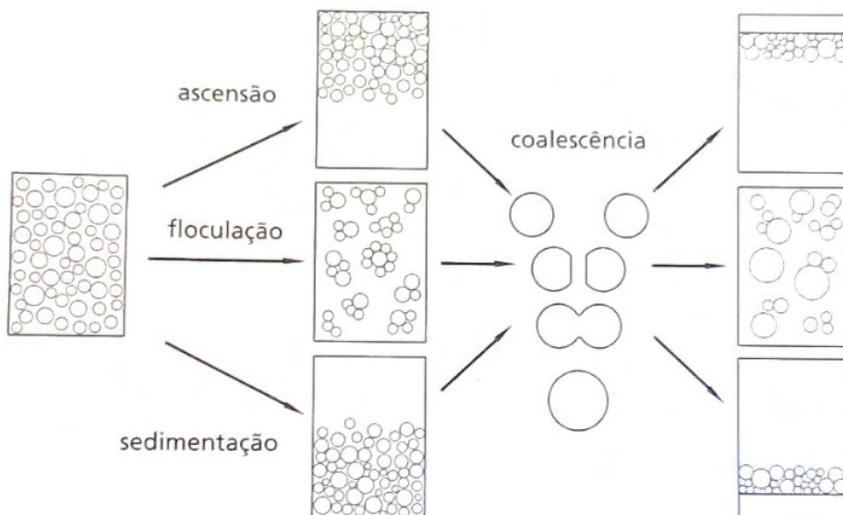


Figura 2: Mecanismos de desestabilização de emulsão.

A sedimentação juntamente com a ascensão ocorre em virtude da diferença de densidade existente nas fases internas e contínua da emulsão. Esse movimento foi estudado por Stokes, que deduziu uma fórmula para calcular a velocidade de ascensão ou sedimentação de uma gotícula esférica em uma fase contínua (DALTIM, 2011):

$$V = \frac{2R^2 \cdot g \cdot \Delta\rho}{9\eta} \quad (1)$$

Onde R é o raio da gotícula, supostamente rígida, g é a aceleração da gravidade,  $\Delta\rho$

é a diferença entre as densidades de fase e  $\eta$  é a viscosidade da fase contínua da emulsão.

## 1.5 Floculação

Segundo Araújo (2004) a floculação é um aglomerado de gotas em agregados irregulares nos quais ainda é possível reconhecer cada gota de forma individual. Dessa forma, a floculação consiste na formação de agregados de gotas que podem sedimentar rapidamente, e se as condições forem favoráveis as gotas podem sofrer coalescência.

Araújo (2004) ainda aponta que a floculação é o resultado de três tipos de forças que competem entre si, sendo elas: forças de repulsão elétrica, forças de repulsão estérica e forças de atração de Van der Waals.

Porém, Daltin (2011) em seus estudos afirma que tanto a floculação, como a sedimentação e a ascensão são fenômenos facilmente reversíveis pela aplicação de agitação moderada.

### 1.5.1 Coalescência

A coalescência é um fenômeno irreversível no qual as gotas perdem a sua identidade e na maioria dos casos é a etapa lenta do processo de quebra da emulsão (ARAÚJO, 2004).

Apesar do processo de coalescência ser espontâneo do ponto de vista termodinâmico, devido ao processo reduzir a área interfacial total e também ocorrer a redução da energia do sistema.

Contudo, existem barreiras energéticas associadas à quebra da película interfacial e a drenagem da fase externa existente entre as gotas que precisam ser superadas para que seja processado a coalescência (ARAÚJO, 2004).

Ao passo que se processa a drenagem da fase externa, as gotas se aproximam e aumentam os efeitos de repulsão estérica, principalmente entre as moléculas dos surfactantes naturais adsorvidos nas interfaces das gotas (ARAÚJO, 2004).

### 1.5.2 Coagulação

A desestabilização da emulsão ainda pode ocorrer pela coagulação. A coagulação ocorre com a adição de um eletrólito inorgânico que irá diminuir a espessura da dupla camada elétrica, reduzindo as interações repulsivas eletrostáticas entre as partículas e permitindo a aproximação das partículas até a predominância das forças de atração Van der Waals (SCHONS, 2008).

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Preparo da emulsão

A emulsão é preparada misturando 10% de óleo bruto e 90 % de água destilada, levada à agitação (Hamilton Beach HMD 200) com uma frequência de 16000 rotações por minuto durante 10 minutos. Para os ensaios com a presença de NaCl, são adicionados 1,5 % de NaCl e novamente levada a agitação por 5 minutos. Após esse procedimento a emulsão deve ficar em repouso por 30 minutos.

### 2.2 Adição do tensoativo

O tensoativo é adicionado a emulsão previamente preparada. Para o estudo de quebra foram utilizados tensoativos não iônicos da linha álcool laurílico etoxilado, sendo eles: álcool laurílico 3EO e álcool laurílico 6EO, as concentrações 1688 ppm, 2813 ppm, 3938 ppm e 5625 ppm. Estes foram adicionados e por inversão manual foi feita a solubilização já no tubo cônico. Em seguida levado ao banho termostático.

O quadro 2 mostra os valores de BHL dos tensoativos utilizados e a CMC calculada por Santos (2008).

Produto	Aparência a 25 °C	CMC (ppm)	BHL
AL 3EO	Líquido	2544	8,1
AL 6EO	Líquido	1845	11,5

Quadro 3: Propriedades dos tensoativos álcool laurílico etoxilados.

### 2.3 Quebra da emulsão

A fim de promover a quebra da emulsão, as amostras foram colocadas em tubo cônico e levadas ao banho termostático. O gradiente de temperatura utilizado foi de 30 °C a 70 °C. A partir dessa variação de temperatura a emulsão altera seu comportamento seguindo o mecanismo: floculação, sedimentação e coalescência. Isso acarretará na quebra da emulsão. Medidas visuais de volume foram observadas no intervalo de 10 minutos. A avaliação da quantidade de óleo separada, consequentemente da eficiência do desemulsificante, foi feita pelo teste da garrafa a partir da utilização de um tubo cônico cilíndrico graduado, que permite medir a quantidade de óleo separado da emulsão durante o aquecimento.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de eficiência de cada temperatura foi medido através do volume de óleo separado em função da concentração do tensoativo para o álcool laurílico 3EO e álcool laurílico 6EO.

O gráfico 1, mostra a variação do volume de óleo separado em função da

concentração de álcool laurílico 3EO numa variação de temperatura de 30 a 70°C.

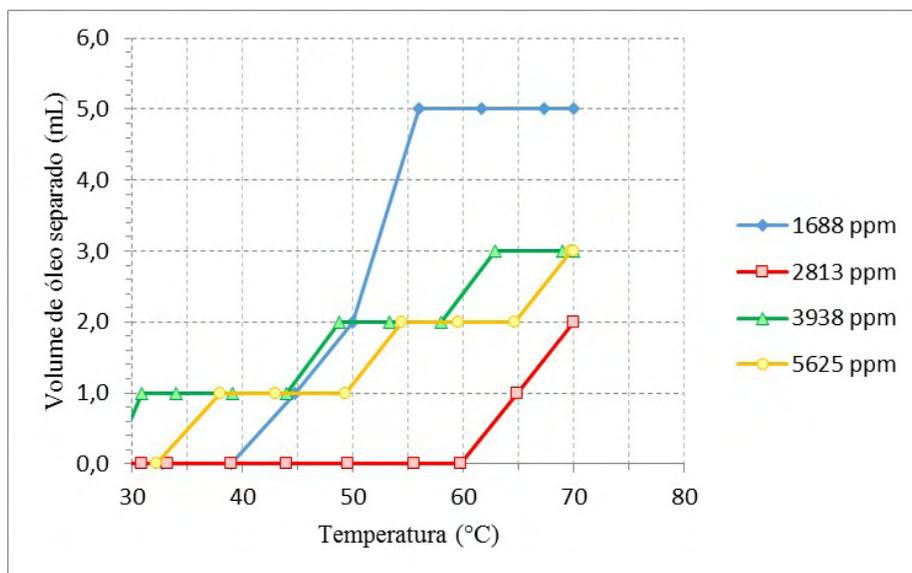


Gráfico 1: Volume de óleo separado da água em função da temperatura para o álcool laurílico 3EO numa faixa de temperatura de 30 a 70°C.

É possível observar no gráfico 1 que o álcool laurílico 3EO presente na emulsão estabiliza a quebra na temperatura de 55°C para a concentração de 1688 ppm e que o maior volume de quebra foi de 5 ml para a concentração de tensoativo com 1688 ppm. A eficiência dessa quebra para a concentração de 1688 ppm é de 62,5 %, para a de 2813 ppm obtemos uma eficiência de 25 % e os demais obtiveram 37,5 %.

Foi obtido um bom desempenho desse tensoativo devido ao valor do seu BHL (8,1) que está dentro da faixa de tensoativos desemulsificantes e além disso tem BHL baixo que faz com que seja ideal para ter afinidade com o óleo e criar a micela direta. Outro fato importante com o mesmo BHL, na escala de Griffin, é que nesta faixa ele também é um agente umectante que facilita a aglomeração de gotículas de óleo.

O gráfico 2, mostra a variação do volume de óleo separado em função da concentração de álcool laurílico 6EO numa variação de temperatura de 30 a 70°C.

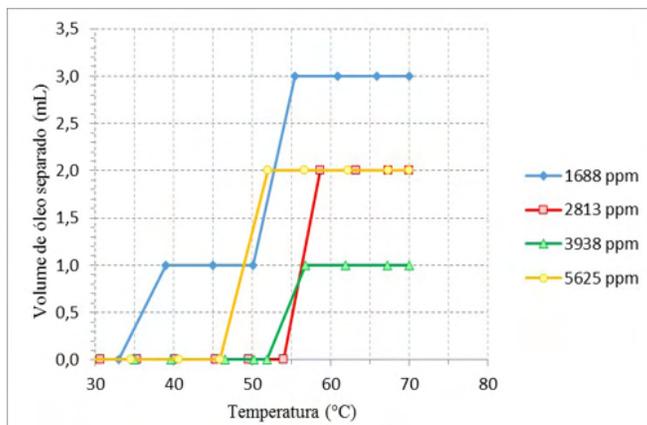


Gráfico 2: Volume de óleo separado da água em função da temperatura para o álcool laurílico 6EO numa faixa de temperatura de 30 a 70°C.

Observamos no gráfico 2, a emulsão na presença de álcool laurílico 6EO estabiliza na temperatura de 59°C para todas as concentrações e que o maior volume de quebra foi de 3 ml para a concentração de tensoativo com 1688 ppm. A eficiência dessa quebra para a concentração de 1688 ppm é de 37,5 %, para a de 3938 ppm obtemos uma eficiência de 12,5% e os demais obtiveram 25 %.

Obtivemos um fraco desempenho do álcool laurílico 6EO devido ao fato de seu BHL ser de 11,5 que está fora da faixa de tensoativos desemulsificantes e além disso tem BHL alto que faz com que não seja ideal para ter afinidade com o óleo e criar a micela direta. Além disso na escala de Griffin seu BHL está como emulsificante, então ele atuará muito mais para estabilizar do que desestabilizar a emulsão.

O gráfico 3, mostra a variação do volume de óleo separado em função da concentração de álcool laurílico 3EO numa variação de temperatura de 30 a 70°C.

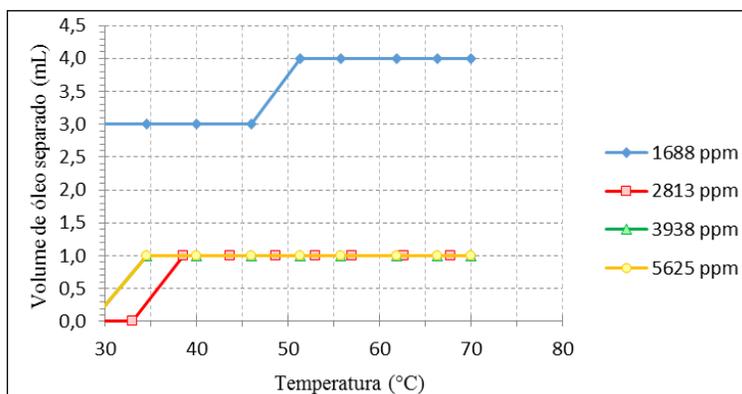


Gráfico 3: Volume de óleo separado da água em função da temperatura para o álcool laurílico 3EO + 1,5 % NaCl, numa faixa de temperatura de 30 a 70°C.

Observamos nesse gráfico de álcool laurílico 3EO com 1,5% de sal que a solução se estabiliza na temperatura de 52 °C para todas as concentrações e o maior volume de quebra foi de 4 ml para a concentração de tensoativo com 1688 ppm. A eficiência dessa quebra para a concentração de 1688 ppm é de 50 %, para a os demais 12,5 %.

Obtivemos um bom desempenho desse tensoativo devido ao fato de seu BHL ser de 8,1 que está dentro da faixa de tensoativos dessemulsificantes e além disso tem BHL baixo que faz com que seja ideal para ter afinidade com o óleo e criar a micela direta. Outro fato importante com o mesmo BHL, na escala de Griffin, é que nesta faixa ele também é um agente umectante que facilita a aglomeração de gotículas de óleo.

A eficiência da emulsão com sal é menor do que a eficiência da emulsão sem sal e isso ocorre porque o sal afeta diretamente a CMC fazendo com que reduza o número de micela do meio, conseqüentemente terá menos óleo para sofrer coalescência e separar.

O gráfico 4, mostra a variação do volume de óleo separado em função da concentração de álcool laurílico 6EO numa variação de temperatura de 30 a 70°C.

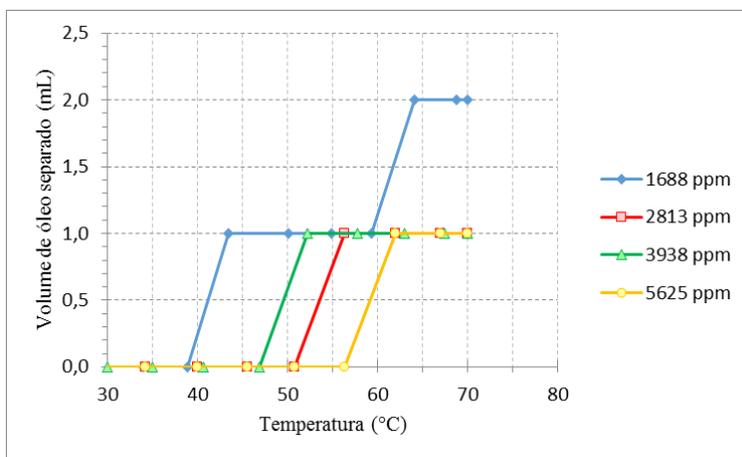


Gráfico 4: Volume de óleo separado da água em função da temperatura para o álcool laurílico 6EO + 1,5 % NaCl, numa faixa de temperatura de 30 a 70°C.

Observamos nesse gráfico de álcool laurílico 6EO com 1,5 % de sal que a solução se estabiliza na temperatura de 65 °C para todas as concentrações e que o maior volume de quebra foi de 2 ml para a concentração de tensoativo com 1688 ppm. A eficiência dessa quebra para a concentração de 1688 ppm é de 25 %, para as demais obtivemos 12,5 %.

Obtivemos um fraco desempenho do álcool laurílico 6EO devido ao fato de seu BHL ser de 11,5 que está fora da faixa de tensoativos dessemulsificantes e além disso tem BHL alto que faz com que não seja ideal para ter afinidade com o óleo e criar a micela direta. Além disso na escala de Griffin seu BHL está como emulsificante, então ele atuará muito mais para estabilizar do que desestabilizar a emulsão.

A eficiência da emulsão com sal é menor do que a eficiência da emulsão sem sal e isso ocorre porque o sal afeta diretamente a CMC fazendo com que reduza o número de micela do meio, consequentemente terá menos óleo para sofrer coalescência e separar.

A tabela 3 mostra as eficiências obtidas pelos tensoativos.

<b>Eficiência de extração</b>	1688 ppm	2813 ppm	3938 ppm	5625 ppm
<b>AL 3EO</b>	62,5%	25%	37,5%	37,5%
<b>AL 6EO</b>	37,5%	25%	12,5%	25%
<b>AL 3EO + 1,5 % NaCl</b>	50%	12,5%	12,5%	12,5%
<b>AL 6EO + 1,5 % NaCl</b>	25%	12,5%	12,5%	12,5%

Tabela 3: Eficiências dos tensoativos.

Podemos visualizar na figura 3 a seguir o experimento que obteve a melhor eficiência.



Figura 3: álcool laurílico 3EO.

## 4 | CONCLUSÃO

Podemos concluir com os resultados obtidos que o álcool laurílico 3EO tem mais eficiência do que o álcool laurílico 6EO no volume de separação de óleo e isso se deve ao fato de que seu BHL está dentro da faixa de 6,8 até 8,8 comprovando a teoria. Outro resultado importante obtido foi que todos os tensoativos obtiveram melhores resultados na concentração de 1688 ppm. O tensoativo álcool laurílico 3EO obteve melhor resultado que o álcool laurílico 6EO na concentração de 1688 ppm, este é considerado um bom resultado porque os dois tensoativos estão abaixo da CMC. Os valores acima da CMC não favorecem

a quebra de emulsão visto que tendem a formar micelas.

A maior eficiência obtida foi de 62,5 % para o álcool laurílico 3EO sem sal com a temperatura de estabilização de 55 °C e 5 ml de separação efetiva e a maior eficiência para resultados com sal foi o álcool laurílico 3EO com 50 %, a sua temperatura de estabilização foi de 52 °C e 4 ml de separação efetiva de óleo. A eficiência da emulsão com sal é menor do que a eficiência da emulsão sem sal e isso ocorre porque o sal afeta diretamente a CMC fazendo com que reduza o número de micela do meio, conseqüentemente terá menos óleo para sofrer coalescência e separar.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. M. S. **Estudo de quebra de emulsões de petróleo utilizando microemulsões e célula de desidratação eletrostática**. 2004, 116 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química. Natal-RN.

DALTIN, Decil. **Tensoativos: Química, propriedades e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011.

HOLMBERG, K.; JONSSON, B.; KRONBERG, B.; LINDMAN, B. **Surfactants and polymers in aqueous solution**. 2 ed. John Wiley & Sons; West Sussex, 2007.

LIU, G.; XU, X.; GAO, J. **Study on the Compatibility of Asphaltic Crude Oil with the Electric Desalting Demulsifiers**. *Energy & Fuels*, v. 17, p. 543-548, 2003.

LIU, Jia *et al.* **Optimization of biodemulsifier production from *Alcaligenes sp. S-XJ-1* and its application in breaking crude oil emulsion**. China, p. 466 – 473, 2010.

ROODBARI, Nastaran Hayati; BADIEI, Alireza; SOLEIMANI, Esmail; KHANIANI, Yeganeh. **Tweens demulsification effects on heavy crude oil/water emulsion**. Tehran and Shahrood, Iran, p. 1 - 6, 2011.

SANTOS, F. K. G. et al. **Avaliação de soluções de tensoativos não iônicos visando a aplicação na recuperação avançada de petróleo**. *Revista Petro & Química*. n° 308, p. 56, Natal, Brasil, 2008.

SCHONS, E. M. **DESESTABILIZAÇÃO DE EMULSÕES VISANDO A REDUÇÃO DO TEOR DE ÓLEO EM ÁGUA**. 2008, 168 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, pós-graduação em Engenharia Mineral, Departamento de Engenharia de Minas, Ouro Preto-MG, 2008.

SCRIVEN, L. E. **Micellization solubilization and microemulsions**. New York: Plenum Press, 1977. V. 2.

SILVA, P. K. L. **Remoção de óleo da água de produção por flotação em coluna utilizando tensoativo de origem vegetal**. 2008, 104 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química, Natal-RN, 2008.

SONIN, A. A.; PALERMO, T.; LUBEK, A. **Effect of a dispersive surfactant additive on wetting and crystallization in a system: water-oil-metal substrate. Application to gas hydrates**. *Chemical Engineering Journal*. v. 69, n.2, p.93-98, 1997.

TORAL, M. T. **Físico-Química de superfícies y sistemas dispersos**. Bildao, Urmo Esparteo, 1973.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ações humanas rítmicas 85, 87, 98

Aeroporto 100, 103, 104, 106, 107, 108, 110

Água 15, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 103, 115, 122, 124, 169, 170, 171, 172, 174, 180, 181, 184, 194, 195, 197, 198, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 229, 230, 231, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 274, 275, 276, 277, 279

Análise de conforto humano 85, 97

Análise de vibração 62, 63, 64, 65, 66, 98

Áreas contaminadas 112, 114, 115, 116, 117, 120, 122, 123, 124, 170, 181

### B

Background geoquímico 169, 170, 171, 172, 173, 176, 178, 180, 181, 182

Banho termostático 258, 259, 262, 269, 274

### C

Cobertura de pilha de estéril 251

Comunicação sem fio 1

Concessões 100, 108, 109, 110, 135

Consumo de água 27, 28, 29, 30, 32, 220

Controle de nível 27, 28, 29, 30, 31

Controle Fuzzy-PID 35

Cultura 27, 61, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 150, 151, 168, 232

Curva de koch 1

### D

Desativação de atividades 112

Desativação De Atividades 112, 113, 119

Descarte emergencial 197, 198

Desemulsificação 258, 259, 266

Desestabilização da emulsão 269, 273

Desfluoretação 219

Drenagem ácida de mina 184, 252

## **E**

Emulsão O/A 258, 259, 269

Energias renováveis 14, 15, 16, 17, 20, 232

## **F**

Fermentação alcoólica 35, 36, 39, 41, 44, 48

Ferro fundido cinzento 62, 64

Fluorose 219, 220

## **I**

IoT 2, 27, 28, 29, 33

## **L**

Lixiviação de metais 183, 185, 186, 187, 193, 194, 195, 252

## **M**

Mancal 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Maturidade 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150

Medição de grandes rios 204

Método do molinete 204, 205, 215

Microrredes 14, 15, 21, 23, 24

Mineração de ouro 197, 251

## **N**

Normas 13, 24, 79, 97, 98, 102, 105, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 122, 134, 139, 141, 142, 181, 195, 203, 281

Normatização 14, 15, 17, 18, 20, 24

## **O**

Organização 15, 28, 128, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 220

## **P**

Parcerias público-privadas 100, 102, 103, 104, 109, 110

Pisos mistos de edificações 85

## **Q**

Qualidade da energia 14, 19, 20

Quebra da emulsão 258, 259, 261, 264, 265, 269, 273, 274

## **R**

Recirculador 62, 63, 69, 70

Residencial 27, 29, 31

## **S**

Segurança 18, 20, 21, 39, 43, 50, 106, 118, 120, 133, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Separação O/A 269

Setor aeroportuário 100, 101, 109

Sistema multivariável 35

Sistemas supervisórios 35, 36

Sustentabilidade 17, 20, 102, 116, 123, 219

## **T**

Tensoativos 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 268, 269, 270, 271, 272, 274, 275, 276, 277, 278, 279

## **V**

Vazão 27, 31, 172, 198, 204, 205, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216



# As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

-  [www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)
-  [contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br)
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)



# As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)