



**Impactos das  
Tecnologias na  
Engenharia Química**

**Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Impactos das Tecnologias na Engenharia Química

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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)

134	Impactos das tecnologias na engenharia química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 1)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-237-1 DOI 10.22533/at.ed.371190304  1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.  CDD 660.76
-----	--

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

## APRESENTAÇÃO

Inovações tecnológicas surgem a todo o momento, em todo o mundo, sendo utilizadas como uma ferramenta estratégica para manutenção e crescimento dos negócios nas indústrias. A Engenharia Química foi uma das carreiras que mais contribuiu para a evolução da Era Industrial para a Era Moderna.

A preocupação em desenvolver produtos e processos de produção torna a Engenharia Química responsável por pesquisas e projetos em relação aos materiais que passam por mudanças físicas e químicas, adquirindo outras características.

A Engenharia Química trabalha com a manipulação de compostos e substâncias para se criar novos produtos. Estes produtos proporcionam uma melhoria na qualidade de vida humana, pois além de pesquisas relacionadas, existe a preocupação em viabilizar as invenções, criar métodos baratos e eficientes de fabricação em massa, implementando processos químico-industriais cada vez melhores, mais econômicos e mais ecológicos.

Neste primeiro volume, organizado para você, apresentamos o papel do Engenheiro Químico no mercado de trabalho, pois este aplica conhecimentos adquiridos no estudo de Química e de Engenharia para criar soluções voltadas à produção ou ao uso de substâncias químicas. É o profissional que constrói um elo entre a ciência e a manufatura. Cabe ao engenheiro químico lidar com a formulação e a solução de problemas associados à indústria química, bem como trabalhar na operação e manutenção de sistemas. Também são expostos, neste volume, trabalhos relacionados ao ensino teórico e prático de Engenharia Química.

Além disso, encontram-se trabalhos relacionados com aplicações estatísticas, simulações e otimização de processos para melhoria de utilização de produtos e subprodutos. Assim como são expostos trabalhos de caracterização de materiais e alterações em processos químicos utilizando novas técnicas de análise de produto, avaliando comportamento, característica de sistemas, propriedades físico-químicas e alteração de composição de produtos já utilizados no mercado.

Baseado nestes trabalhos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos na área da Engenharia Química. Os trabalhos selecionados oportunizam uma nova visão de materiais, processos e técnicas na área, mostrando o impacto tecnológico no desenvolvimento da indústria e sua relação direta com a sociedade e meio ambiente.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O PAPEL DO ENGENHEIRO QUÍMICO NO MERCADO DE TRABALHO: PRODUÇÃO DE UM GUIA PRÁTICO DIGITAL DESTINADO AOS GRADUANDOS E DEMAIS INTERESSADOS NA PROFISSÃO	
Raphael Carlos Rosa Pereira Eder Dias da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
GAMEQ: JOGO PARA O ENSINO NA ENGENHARIA QUIMICA	
Riccardo Cafagna Miguel do Valle Fróes Negreiros Falcão Felipe Emmanouil Martires Stamoglou Ana Lucia Barbosa de Souza Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
ELABORAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROTÓTIPO DE REATOR CSTR CONSTRUÍDO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO VOLTADO À EDUCAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Sauro Franceschi de Carvalho Emeson de Souza Lemos Kevelyn Carolina Motta Sbravati	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE MÓDULO CONTÍNUO A PARTIR DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Igor Moraes Bezerra Calixto Sauro Franceschi de Carvalho Matheus Macedo Teixeira Rafaela Misseia Cinque de Lima Marco Antônio de Alcântara Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>36</b>
O SIMULADOR DO FUTURO APLICADO À INDÚSTRIA	
Fernanda Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>43</b>
TERMODINÂMICA QUÍMICA – COMPREENDENDO DE FORÇAS INTERMOLECULARES A COEFICIENTE DE ATIVIDADE	
Lisandra Ferreira de Lima Admilson Lopes Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903046</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>53</b>
DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO DE SOLVENTES EUTÉTICOS PROFUNDOS (DES) EMPREGANDO A CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)	
Helena Pletsch Mariana Carolina Gipiela Corrêa Dias Marcos Rogério Mafra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903047</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>59</b>
ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE FALHAS POR TÉCNICAS ESTATÍSTICAS APLICADAS A SISTEMAS DE BOMBEAMENTO HIDRÁULICO	
Rebeca Albino de Jesus Ezequiel José da Silva Honorato Fábio George Nogueira Cruz José Nilton Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>73</b>
COMPARAÇÃO DE PERFIS DE VELOCIDADE OBTIDOS POR TUBO DE PITOT E POR SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ANSYS CFX	
Victor Felipe Arthur Coutinho Ladeia Rosilanny Soares Carvalho Anna Clara Marques de Queiroz João Carlos Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>80</b>
ENGENHARIA DE PROCESSOS: DIMENSIONAMENTO, SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE SISTEMAS DE EVAPORAÇÃO MÚLTIPLO EFEITO DE INDÚSTRIAS DE CELULOSE <i>KRAFT</i>	
Jamilly Marques Gasparoni Cássia Regina Santos Nunes Almeida Gustavo Matheus de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030410</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>96</b>
PROJETO DE HIDROCICLONES USANDO OTIMIZAÇÃO ROBUSTA E ESTUDO DO EFEITO DA ROBUSTEZ	
Vitor Alves Garcia Fran Sérgio Lobato Luiz Gustavo Martins Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030411</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>111</b>
SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E CONTROLE DE COMPOSIÇÃO POR INFERÊNCIA DE TEMPERATURA EM PROCESSO PRODUTIVO DO ETILBENZENO	
Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas Paulo Romero de Araujo Mariz Emanuella Francisca de Lacerda Vieira Marcelo da Silva Pedro Jonas Laedson Marinho da Silva Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030412</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>119</b>
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE PH, TEMPERATURA E TEMPO DE VAPORIZAÇÃO NO PROCESSO DE TINGIMENTO DE TECIDOS	
Wanyr Romero Ferreira Wilson Costa Resende Aline Pereira Leite Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>128</b>
ANÁLISE CORROSIVA DO AÇO 304 QUANDO SUBMETIDO AO PROCEDIMENTO DE GALVANOPLASTIA	
Renata de Oliveira Marinho Marcelo Batista Queiroz Eudesio Oliveira Vilar Márcia Cristina de Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>140</b>
EFEITO DA DENSIDADE DE CORRENTE NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE REVESTIMENTOS DE Co-W OBTIDOS POR ELETRODEPOSIÇÃO	
Arthur Filgueira de Almeida Bianca Oliveira Evaristo Josiane Dantas Costa Mikarla Baía de Sousa Nathália Cristina Morais Lia Fook Renato Alexandre Costa de Santana Ana Regina Nascimento Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>148</b>
FILTRO DE KALMAN ESTENDIDO E REDE NEURAL ARTIFICIAL NA ESTIMATIVA DE CONCENTRAÇÃO EM UM REATOR QUÍMICO NÃO ISOTÉRMICO	
Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas Marcelo da Silva Pedro Paulo Romero de Araujo Mariz Emanuella Francisca de Lacerda Vieira Jonas Laedson Marinho da Silva Santos Rodrigo Marinho Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>153</b>
COMPÓSITO DE NANOCELULOSE BACTERIANA E NANOTUBOS DE CARBONO	
Guilherme Colla Vinícius Heidemann de Souza Fernanda Vieira Berti Luismar Marques Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030417</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>160</b>
IMOBILIZAÇÃO DE COLÁGENO HUMANO TIPO I EM MEMBRANAS DE NANOCELULOSE BACTERIANA	
Ana Carolina Jorge Meyer Emily Marques dos Reis Luismar Marques Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>167</b>
CENTRIFUGATION STEP CONTROL OF CELLULOSE NANOCRYSTALS SUSPENSION BY pH AND TURBIDITY MEASUREMENTS	
Mayara Felix Santana Bárbara Castro Moreira Flávia Mitsue Yamashita Nilda de Fátima Ferreira Soares José Mauro de Almeida Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira Deusanilde de Jesus Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>173</b>
ESTUDO TERMODINÂMICO DA ADSORÇÃO DO CORANTE CRISTAL VIOLETA EM NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS	
Leonardo Martins Vargas Gabriel Facciochi Dörtzbacher Guilherme Luiz Dotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>181</b>
ESTUDO DA REOLOGIA E DA SALINIDADE DE MICROEMULSÕES À BASE DE GLICERINA PARA SEREM UTILIZADAS NA RECUPERAÇÃO DE PETRÓLEO	
Amanda Brito de Carvalho Fabiola Dias da Silva Curbelo Elayne Andrade Araújo Alfredo Ismael Curbelo Garnica	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>196</b>
ORGANOFILIZAÇÃO DE ARGILAS BENTONÍICAS PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO BASE MICROEMULSIONADA	
Renata Rodrigues Magalhães Roxana Pereira Fernandes de Sousa Alfredo Ismael Curbelo Garnica Fabiola Dias da Silva Curbelo Thaine Taumaturgo Caminha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030422</b>	



<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>201</b>
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E VOLUMÉTRICAS DO QUEROSENE DE AVIAÇÃO E DO BIOQUEROSENE	
<p>Idila Rafaela Carvalho Gonçalves  Ana Clara Cazarin Queiroz  Luciana Loureiro de Pinho Rolemberg de Andrade  Sílvia Maria Zanini Sebrão  Krishnaswamy Rajagopal</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>210</b>
AVALIAÇÃO REOLÓGICA DE TINTAS ACRÍLICAS COMERCIAIS E ADITIVADAS COM CARGA CONDUTORA	
<p>Alex da Silva Sirqueira  Monica Cristina dos Santos Vieira  Monica Feijó Naccache  Stanley Pires de Alcântara</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>222</b>
EFEITO DA ADIÇÃO DA CINZA GASEIFICADA DE CARVÃO PULVERIZADO NA FORMULAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA	
<p>Gabryella Cerri Mendonça  Cristiano Corrêa Ferreira</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>232</b>
TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM SISTEMAS PARTICULADOS: DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA EFETIVA DE FERTILIZANTES GRANULADOS NA ESTAGNAÇÃO DE AR	
<p>Hugo Perazzini  Maise Tonon Bitti Perazzini  Rayssa Caroline Ribeiro Bernardes  João Marcos Cardoso Silva</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>248</b>
DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DA UREIA EM SOLUÇÕES AQUOSAS DE ETANOL	
<p>Raquel de Oliveira Silva  Ana Paula Silva Capuci  Raíssa Araújo de Oliveira Campos  Ricardo Amâncio Malagoni</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>255</b>
CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO COM ALTAS VAZÕES E VISCOSIDADES ELEVADAS: UMA ALTERNATIVA TÉCNICA À LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE ROYALTIES E PARTICIPAÇÕES ESPECIAIS	
<p>Carlos Eduardo Ribeiro de Barros Barateiro  Romulo Carlos da Silva Emerik</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030428</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>271</b>

## ORGANOFILIZAÇÃO DE ARGILAS BENTONÍICAS PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO BASE MICROEMULSIONADA

### **Renata Rodrigues Magalhães**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB;  
Departamento de Engenharia Química  
João Pessoa – PB

### **Roxana Pereira Fernandes de Sousa**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB;  
Departamento de Engenharia Química  
João Pessoa – PB

### **Alfredo Ismael Curbelo Garnica**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB;  
Departamento de Engenharia Química  
João Pessoa – PB

### **Fabíola Dias da Silva Curbelo**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB;  
Departamento de Engenharia Química  
João Pessoa – PB

### **Thaine Taumaturgo Caminha**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB;  
Departamento de Engenharia Química  
João Pessoa – PB

**RESUMO:** Na indústria petrolífera a argila bentonítica quando utilizada como viscosificante de fluidos de perfuração base óleo tem que passar por um processo de organofilização. Os fluidos de perfuração microemulsionados estão sendo desenvolvidos, para a faixa de aplicação dos fluidos de base não aquosa, visando um menor custo e biodegradabilidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a interação de argilas

organofilizadas pelos tensoativos Ultranax NP-40, Tween 80 e Praepagen, com o meio microemulsionado do tipo água em óleo (A/O) e o meio n-parafina. As argilas organofilicas e in natura foram analisadas por difração de raio X (DRX) e inchamento de Foster. Pelo DRX observou-se um aumento na distância interplanar das argilas organofilicas, em relação à argila in natura (14,46 Å). No inchamento de Foster, observou-se que a microemulsão de parafina apresentou considerável interação com as argilas modificadas, sendo o tensoativo Praepagen que apresentou os melhores resultados, uma distância interplanar de 49,08 Å e um inchamento alto (49,08 mL/g).

**PALAVRAS-CHAVE:** fluidos de perfuração, argila bentonítica, microemulsão, tensoativos.

**ABSTRACT:** In the petroleum industry it is necessary that the drilling fluid bases oil has to undergo an organophilization process when the bentonite clay is used as viscosifying. Microemulsion drilling fluids are being developed, for the application range of non-aqueous base fluids, aiming at lower cost and biodegradability. This work aims to evaluate the interaction of organophilic clays by the Ultranax NP-40, Tween 80 and Praepagen surfactants with the water-in-oil (A / O) microemulsion and the n-paraffin. The organophilic and in natura clays were analyzed by X-ray diffraction (XRD)

and Foster swelling. According X-ray diffraction test was observed that an increase in the interplanar distance of the organophilic clays in relation to the in natura clay (14.46 Å). In the Foster swelling, it was observed that the paraffin microemulsion showed considerable interaction with the modified clays, with the Praepagen surfactant having the best results, an interplanar distance of 49.08 Å and a high swelling (49.08 mL/g).

**KEYWORDS:** drilling fluids, bentonite clay, microemulsion, surfactants.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em operações de perfuração na qual o fluido base aquosa se torna limitante, faz-se necessário o uso de fluidos de base não-aquosa. Para esse tipo de fluido, a bentonita perde a suas propriedades tixotrópicas devido à natureza hidrofílica dessas esmectitas. Nesses casos, as argilas devem passar por um tratamento químico, denominado organofilização. As argilas organofílicas contém moléculas orgânicas intercaladas entre suas camadas estruturais ou adsorvidas na superfície. Tais moléculas são cedidas pelos tensoativos. Para tensoativos iônicos, o mecanismo de interação com as bentonitas ocorre através da troca iônica dos cátions, já nos tensoativos não iônicos, a interação ocorre através de fenômenos de adsorção (Paiva et al., 2008).

Este trabalho teve por objetivo a análise da influência de tensoativos iônicos e não iônicos na organofilização de argilas bentoníticas para aplicação em fluidos de perfuração microemulsionados base óleo (A/O) em que a fase oleosa é um óleo mineral, a n-parafina.

## 2 | METODOLOGIA DE TRABALHO

### 2.1 Organofilização da Bentonítica

Foram preparadas dispersões contendo 500 mL de água destilada e 4,16% de bentonita sódica. A argila foi agitada por 20 min a 10.000 rpm no agitador Hamilton Beach. Uma solução de tensoativo em concentrações de 20 e 30% em massa foi adicionada à dispersão (Ferreira, 2009). O sistema foi agitado por mais 20 min. Os tensoativos utilizados foram o Tween 80, Ultralex NP 40 e o Praepagen WB.

### 2.2 Distância interplanar: difração de raio X (DRX)

Para determinar a distância interplanar, após o processo de organofilização, foram feitas análises de DRX na bentonita sódica “in natura” e nas organofilizadas. O equipamento utilizado foi o XRD 6000 da Shimadzu, o qual obedece a lei de Bragg. Esta lei (Equação 1), permite calcular a distância interplanar ( $d$ ), através do ângulo de difração ( $\theta$ ), do número inteiro ( $n$ ) e do comprimento de onda dos raios X incidentes ( $\lambda$ ) nas argilas (Morais et al., 2017).

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

(1)

## 2.3 Inchamento de Foster

O inchamento de Foster foi realizado nos dispersantes n-parafina e microemulsão com fase oleosa de n-parafina. Em uma proveta de 100 mL foi adicionado 1 g da argila organofílica em 100 mL dos dispersantes estudados. O sistema foi deixado em repouso por 24 h e foi efetuada a leitura do inchamento através da medição do volume da argila na proveta. Após esse ensaio o sistema foi agitado mecanicamente e deixado em repouso por mais 24 h e foi efetuada a leitura do inchamento. O inchamento pode ser considerado: não inchamento ( $\leq 2$  mL/g), baixo (de 2 a 5 mL/g), médio (de 5 a 8 mL/g) e alto (acima de 8 mL/g) (Pereira et al., 2007).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Distância interplanar: difração de raio X (DRX)

Analisando a Figura 1 observa-se a mudança no ângulo de difração das argilas com o tipo de tensoativo e, por consequência, a alteração na distância interplanar, apresentadas na Tabela 1. Resultado similar foi obtido no difratograma para concentração de 30% dos tensoativos.

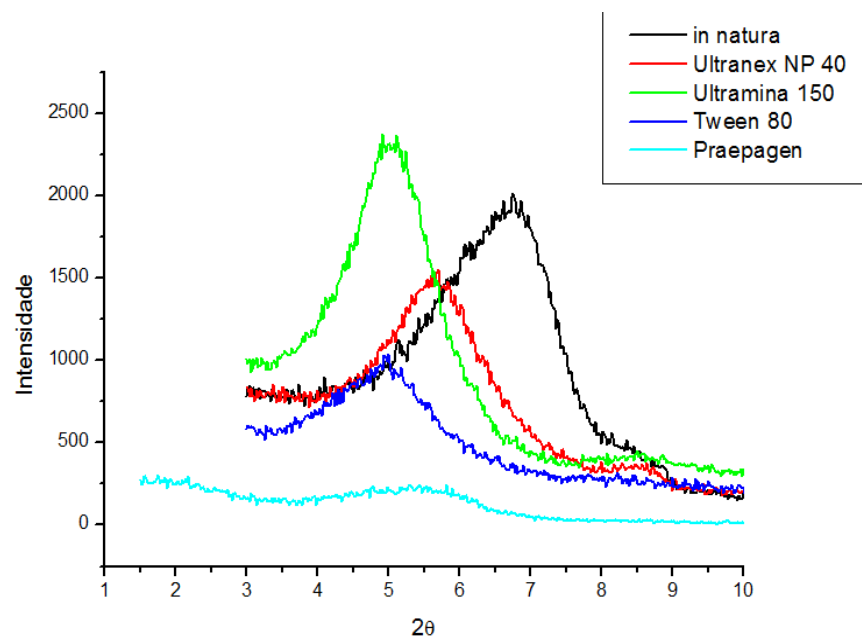


Figura 1 - Comparação da difração de raio X da argila "in natura" com as organofilizadas pelos tensoativos: Ultranax NP 40, Tween 80, Praepagen e Ultramina 150, a 20%.

	2 $\theta$	30% de tensoativo	2 $\theta$	20% de tensoativo
		Distância interplanar (Å)		Distância interplanar (Å)
In natura	6,79	14,46	6,79	14,46
Ultranex NP 40	5,58	17,60	5,72	17,16
Tween 80	4,95	19,83	5,05	19,48
Praepagen	2,20	44,62	2,0	49,08

Tabela 1: Distância interplanar para a argila “in natura” e as organofilizadas com os tensoativos, nas concentrações de 20 e 30%.

Na Tabela 1 observa-se uma maior distância interplanar para o Praepagen. Isto se justifica por ser um tensoativo catiônico, permitindo assim a substituição do sódio, presente nas argilas sódicas, pelo sal quaternário de amônio (Paiva et al., 2008). Os outros tensoativos são não iônicos, o que impossibilita a síntese da organofilização pela troca catiônica, resultando em distâncias interplanares menores. Nesses tensoativos, a organofilização se dá pelo fenômeno da adsorção (Silva et al., 2012).

### 3.2 Inchamento de Foster

Observando a distância interplanar (Tabela 1) verifica-se que não houve variação significativa deste parâmetro ao mudar a concentração de tensoativo. Assim, optou-se por aditivar os meios analisados com a argila organofílica de menor concentração de tensoativo. Na Tabela 2 estão apresentados os resultados do inchamento de Foster.

Meio	Agitação	Ultranex NP 40	Tween 80	Praepagen
Parafina	Não	2,0 mL/g	2,0 mL/g	2,0 mL/g
	Sim	2,0 mL/g	2,0 mL/g	2,5 mL/g
Microemulsão com parafina	Não	-	-	-
	Sim	39,0 mL/g	30,0 mL/g	49,08 mL/g

Tabela 2: Inchamento de Foster das argilas organofílicas.

Analisando a Tabela 2, verifica-se a baixa afinidade pelo meio dispersante de parafina, comportamento também observado por Ferreira (2009) e Silva *et al.* (2012). Para o meio microemulsionado foram observados valores de inchamento elevados. Esses resultados podem ser justificados pela alta viscosidade do meio e elevada interação química do sistema microemulsionado com a argila organofílica. Destacando-se o maior inchamento para a argila modificada com Praepagen, o que está em concordância com a maior distância interplanar (Tabela 1). As leituras sem agitação para a microemulsão não foram realizadas, pois a microemulsão apresentou viscosidade elevada, impossibilitando a sedimentação da bentonita.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os tensoativos utilizados aumentaram a distância interplanar, quando comparados com a argila “in natura”, sendo o tensoativo Praepagen o que apresentou melhor resultado para este parâmetro.

O teste de inchamento de Foster revelou que a microemulsão com n-parafina apresentou afinidade com todas as argilas modificadas, sendo a argila organofilizada com Praepagen a de maior interação, resultando no maior inchamento; o que leva a concluir que a microemulsão de n-parafina é adequada para ser a base de um fluido de perfuração microemulsionado do tipo A/O.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, H. S. **Otimização de processo de organofilização de bentonitas visando seu uso em fluidos de perfuração não aquosos.** (Tese de doutorado em Engenharia de Processo). Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, 2009.

MORAIS, R. B.; SILVA, A. S.; SILVA, D. C. **Utilização da difração de raios X na caracterização de uma amostra de argilomineral.** Congresso nacional de pesquisa e ensino em ciências, Campina Grande, PB, Brasil, 2017.

PAIVA, L. B.; MORALES, A. R.; DIAZ, F. R. V. **Argilas organofílicas: características, metodologias de preparação, compostos de intercalação e técnicas de caracterização.** Revista Cerâmica, v. 54, p. 213 – 226, 2008.

PEREIRA, K. R. O.; CABRAL, S. B.; RODRIGUES, M.G. F.; VALENZUELA DIAZ, F. R.; RODRIGUES, M. G. F. **Síntese e caracterização de argilas organofílicas: comparação no uso de dois métodos.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 2, n. 2, p. 01 – 08, 2007.

SILVA, I. A.; COSTA, J. M. R.; FERREIRA, H. S.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. **Organofilização de argilas bentoníticas com tensoativos não-iônicos visando seu uso em fluidos de perfuração base óleo.** Revista Cerâmica, v. 58, p. 317 – 327, 2012.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**CARMEN LÚCIA VOIGT** Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-237-1

