

Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2019

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)

Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

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)

E59 Ensino de ciências e educação matemática 2 [recurso eletrônico] /
Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ensino de ciências e
educação matemática – v.2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-072-8

DOI 10.22533/at.ed.728192501

1. Educação. 2. Prática de ensino. 3. Professores – Formação.
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 370.1

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

A obra “Ensino de Ciências e Educação Matemática”, em seu segundo volume, contém vinte capítulos que abordam as Ciências sob uma ótica de Ensino nas mais diversas etapas da aprendizagem.

Os capítulos encontram-se divididos em cinco seções: Ensino de Ciências e Biologia, Ensino de Física, Educação Matemática, Educação Ambiental e Ciência e Tecnologia.

As seções dividem os trabalhos dentro da particularidade de cada área, incluindo pesquisas que tratam de estudos de caso, pesquisas bibliográficas e pesquisas experimentais que vêm contribuir para o estudo das Ciências, desenvolvendo propostas de ensino que podem corroborar com pesquisadores da área e servir como aporte para profissionais da educação.

No que diz respeito à Educação Matemática, este trabalho pode contribuir grandemente para os professores e estudantes de Matemática, por meio de propostas para o ensino e aprendizagem, que garantem o avanço das ciências exatas e também fomentando propostas para o Ensino Básico e Superior.

Indubitavelmente esta obra é de grande relevância, pois proporciona ao leitor um conjunto de trabalhos acadêmicos de diversas áreas de ensino, permeados de tecnologia e inovação.

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O MODELO DIDÁTICO DA MOLÉCULA DE DNA: CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO NO ENSINO DA BIOLOGIA	
Daiane Cristina Ferreira Golbert Pollyana Secundo de Oliveira Ferreira Iara Ingrid de Assis Rony Robson Fideles de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.7281925011	
CAPÍTULO 2	10
O USO DE JOGOS APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: UM ESTUDO DE CASO	
Elaine Santana de Souza Gerson Tavares do Carmo Mariana Monteiro Soares Crespo de Alvarenga	
DOI 10.22533/at.ed.7281925012	
CAPÍTULO 3	27
EMERGÊNCIA DOS ERROS NUMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM DESACORDO AO REDUACIONISMO	
Thales Cerqueira Mendes Bruno de Andrade Martins Kelison Ricardo Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.7281925013	
CAPÍTULO 4	38
IMPACTOS DO PIBID NA VIDA PROFISSIONAL DO EGRESSO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO IFNMG- CAMPUS JANUÁRIA	
Pollyana Antunes de Oliveira Edinei Canuto Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.7281925014	
CAPÍTULO 5	59
UM DIAGNÓSTICO SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA “COSMOLOGIA” NA LITERATURA E NO ENSINO DE FÍSICA EM ESCOLAS DE CAJAZEIRAS-PB	
Heydson Henrique Brito Da Silva Mauro Parnaíba Duarte	
DOI 10.22533/at.ed.7281925015	
CAPÍTULO 6	68
SISTEMA MONETÁRIO: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA FINANCEIRA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Ana Luisa Tenório dos Santos Aline Jaislane de Souza Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.7281925016	

CAPÍTULO 7 74

UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO E ESTUDO DE ÂNGULOS

Islaine Conceição Pereira Bezerra
Igor Brendol Pereira Morais
Abigail Fregni Lins

DOI 10.22533/at.ed.7281925017

CAPÍTULO 8 82

O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NO CURSO DE PEDAGOGIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA ESCOLAR: MAPEANDO DISSERTAÇÕES E TESES

Jónata Ferreira de Moura

DOI 10.22533/at.ed.7281925018

CAPÍTULO 9 96

O IMAGINÁRIO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA DE SÃO LUÍS - MA SOBRE A EJA

Rayane de Jesus Santos Melo
Maria Consuelo Alves Lima

DOI 10.22533/at.ed.7281925019

CAPÍTULO 10 108

O PROCESSO DE JUVENILIZAÇÃO E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Rayane de Jesus Santos Melo
Maria Consuelo Alves Lima

DOI 10.22533/at.ed.72819250110

CAPÍTULO 11 119

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ESTABILIZAÇÃO POR SOLIDIFICAÇÃO A PARTIR DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GRANITO EM MATRIZ CIMENTÍCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO CONSTITUINTE DE CONCRETO PARA PISOS

Mário Gomes da Silva Júnior
André Luiz Fiquene de Brito
Ana Cristina Silva Muniz

DOI 10.22533/at.ed.72819250111

CAPÍTULO 12 134

APLICAÇÃO DE ARGILAS ESMECTÍCIAS ORGANOFÍLICAS NA ADSORÇÃO DE EFLUENTES PETROLÍFEROS EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota
Rochelia Silva Souza Cunha
Luana Araújo de Oliveira
Patrícia Noemia Mota de Vasconcelos
Meiry Glauca Freire Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.72819250112

CAPÍTULO 13 146

BLOCO DE GESSO E ISOPOR PARA VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS EM ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL

Daniel Pessanha de Queiroz
Cristiane Rodrigues Macedo
Cláudio Luis de Araújo Neto

DOI 10.22533/at.ed.72819250113

CAPÍTULO 14 149

ISOLAMENTO DA MICOTA ANEMÓFILA PRESENTE NA SALA DE MEMORIAL DA BIBLIOTECA JOSEPH MESEL DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Francisco Braga da Paz Junior
Davi Nilson Mendonça Souza
Eliana Santos Lyra da Paz
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná
Lindeberg Rocha Freitas
Ubirany Lopes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.72819250114

CAPÍTULO 15 155

ISOLAMENTO DE LEVEDURAS DA VAGEM DA ALGAROBA (PROPOPIS JULIFLORA) E ANÁLISE DA ATIVIDADE AMILOLÍTICA E FERMENTATIVA DOS ISOLADOS

Caroliny Hellen Azevedo da Silva
Rayane Dias dos Santos
Jonas Luiz Almada da Silva

DOI 10.22533/at.ed.72819250115

CAPÍTULO 16 166

OTIMIZAÇÃO DA VAZÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE E ÁREA DE TROCA TÉRMICA DE UM TROCADOR DE CALOR CONTRA-CORRENTE

Mário Gomes da Silva Júnior
Camila Barata Cavalcanti
Josiele Souza Batista Santos

DOI 10.22533/at.ed.72819250116

CAPÍTULO 17 177

PREVALÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS COLETADOS NA SALA DE ACERVOS DA BIBLIOTECA DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Eliana Santos Lyra da Paz
Thayná Lacerda Almeida
Francisco Braga da Paz Junior
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná
Clécio Florêncio de Queiroz
Maria do Livramento Ferreira Lima

DOI 10.22533/at.ed.72819250117

CAPÍTULO 18 183

UMA PROPOSTA MODERNA DA ELETRÓLISE DE MICHAEL FARADAY

Mateus Carneiro Guimarães dos Santos
Maria Danielly Lima Santos
Mayana Mirelly Horta Santos
Erivanildo Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.72819250118

CAPÍTULO 19 192

MÓDULO AUTOMATIZADO DE MONITORAMENTO DE SOLO

Alysson Ramon do Amaral Andrade
Alexandre da Silva Coelho Barbosa
Douglas Cassiano da Silva
Francisco Cassimiro Neto
Jadson de Oliveira Viana
José Alves do Nascimento Neto

DOI 10.22533/at.ed.72819250119

CAPÍTULO 20 197

PROCESSO GTAW: NOVAS TECNOLOGIAS

Geovanna Vitória da Silva Gonçalves
Marcos Mesquita da Silva
Thalyne Keila Menezes da Costa
Divanira Ferreira Maia
Jomar Meireles Barros

DOI 10.22533/at.ed.72819250120

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

APLICAÇÃO DE ARGILAS ESMECTÍICAS ORGANOFÍLICAS NA ADSORÇÃO DE EFLUENTES PETROLÍFEROS EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota

Faculdade Irecê - FAI/Departamento de Farmácia - Irecê/Bahia email: joseanemota2006@hotmail.com

Rochelia Silva Souza Cunha

Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, Universidade Federal de Campina Grande/Campina Grande,/PB.

Luana Araújo de Oliveira

Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, Universidade Federal de Campina Grande/Campina Grande,/PB.

Patrícia Noemia Mota de Vasconcelos

Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, Universidade Federal de Campina Grande/Campina Grande,/PB.

Meiry Glauca Freire Rodrigues

Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, Universidade Federal de Campina Grande/Campina Grande,/PB.

RESUMO: Um dos problemas mais sérios que afetam o meio ambiente é a poluição de natureza química, devida a compostos orgânicos ou inorgânicos, provenientes das diversas atividades industriais. As argilas apresentam viabilidade técnico-econômica decorrente dos seus potenciais de adsorção que, associados as suas disponibilidades, as tornam adsorventes de baixo custo. Por outro lado, na sua forma natural não possui afinidade com compostos orgânicos. Buscou-se desenvolver um material

destinado a remoção de compostos orgânicos, empregando argilas provenientes do município de Boa-Vista/PB. As argilas organofílicas foram preparadas, visando uma efetiva troca catiônica nas suas regiões interlamelares. Para a caracterização das argilas foram feitas as análises de difração de raios X e espectroscopia na região do Infravermelho. Visando avaliar e escolher a melhor argila para realização de ensaios de banho finito variando a concentração e a agitação do efluente, foi realizado um ensaio prévio de capacidade de adsorção das argilas na remoção de gasolina. As análises de difração de raios X e espectroscopia na região do Infravermelho confirmaram a organofilização das argilas. Foi evidenciado que a argila Bofe apresentou melhores resultados de capacidade de adsorção. Foram adsorvidos em média para as argilas organofílicas 5,23 g de gasolina/grama de argila Bofe e 2,21g de gasolina/grama de argila Chocolate B. Nos ensaios de banho finito, a argila Bofe adsorveu bem a gasolina, cerca de 99% na concentração de 500 ppm e agitação de 300 rpm. Sendo assim, percebe-se que a argila bofe, configura-se em uma excelente alternativa na adsorção de poluentes orgânicos.

PALAVRAS-CHAVE: Poluentes orgânicos; argilas; adsorção.

ABSTRACT: One of the most serious problems

that affect the environment is the chemical pollution due to organic or inorganic compounds from the various industrial activities. The clays present technical-economic feasibility due to their adsorption potentials, which, together with their availability, make them adsorbents of low cost. On the other hand, in its natural form has no affinity with organic compounds. We sought to develop a material for the removal of organic compounds, using clays from the municipality of Boa Vista/PB. The organophilic clays were prepared, aiming at an effective cation exchange in their interlamellar regions. X-ray diffraction and spectroscopy in the Infrared region were performed to characterize the clays. In order to evaluate and to choose the best clay for the accomplishment of tests of finite bath varying the concentration and the agitation of the effluent, a previous test of capacity of adsorption of the clays in the gasoline removal was realized. X-ray diffraction and spectroscopy analyzes in the Infrared region confirmed the organophilization of the clays. It was evidenced that Bofe clay presented better adsorption capacity results. On average, for organophilic clays, 5.23 g of gasoline/gram of Boff clay and 2.21 g of gasoline / gram of Chocolate B clay were adsorbed on the finite bath tests. Bofe clay adsorbed well to about 99% at the concentration of 500 ppm and agitation of 300 rpm. Thus, it is noticed that clay bofe, is an excellent alternative in the adsorption of organic pollutants.

KEYWORDS: Organic pollutants; clays; adsorption.

1 | INTRODUÇÃO

Com a exploração do petróleo a poluição em cursos aquáticos tem aumentado conforme Husseien *et al.*, (2009). Um dos subprodutos da produção de petróleo e gás, que inclui quase 98% de todos os resíduos gerados pela exploração do petróleo e de suas atividades de produção, é a água de produção que tem um grande impacto no nosso ambiente, composta por uma série de hidrocarbonetos. Além disso, as normas de descarga estão cada vez mais rigorosa na maioria das áreas operacionais do mundo. Visando diminuir a geração destes resíduos, o tratamento de água, tornaram-se temas de crescente atenção e interesse nas operações de exploração e produção em todos os lugares conforme Alter (1997).

Segundo Aivalioti *et al.*, (2011) os vazamentos de derivados de petróleo de tanques de armazenamento, transporte, oleodutos e efluentes petroquímicos introduz uma série de compostos no meio ambiente, incluindo ao ar, solo e água. Existem preocupações sobre os efeitos adversos à saúde de compostos derivados do petróleo como a gasolina, Benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), incluindo câncer, irritação das membranas mucosas, alterações hematológicas, comprometimento do sistema nervoso central, problemas respiratórios e rompimento de fígado e rim efeitos conferidos por Aivalioti *et al.*, (2011) e pela Organização Mundial da Saúde (2004).

Atualmente, vários métodos são utilizados para purificar a água a partir de produtos petrolíferos: métodos mecânicos, físico-químicos e bioquímicos. As melhores

tecnologias disponíveis para a remoção do óleo incluem o tratamento químico, separação por gravidade, coalescedores de placas paralelas, flotação gás, flotação por ar, jato de flotação, eletroflotação, a separação do ciclone, filtração meio granular, filtração cartucho, filtração biológica aerada e adsorção Santander e Rubio (2011) e Su *et al.*, (2007). Entre os métodos físico-químicos, a adsorção é considerado um dos processos mais atraentes, uma vez que é muito eficiente e pode assegurar a purificação para qualquer nível exigido do processo, além da diversidade de adsorventes que podem ser utilizados no processo.

Assim, as argilas esmectíticas surgem como alternativas no processo de adsorção por possuírem elevada área de superfície e baixo custo Gil *et al.*, (2011). No entanto as argilas naturais possuem a característica de ser hidrofílica o que dificulta a remoção de compostos orgânicos por não possuírem afinidade, porém elas podem ser modificadas quimicamente, o que permite seu uso para diversos tipos de aplicações tecnológicas, resultando grande valor científico e industrial Lagaly *et al.*, (2006).

As argilas organofílicas removem de maneira eficiente os compostos orgânicos de baixa solubilidade na água como óleos. Apesar de existirem outros tipos de adsorventes para removerem a maioria dos poluentes, alguns são suscetíveis à obstrução dos poros na sua estrutura por hidrocarbonetos grandes. Por esse motivo, as argilas modificadas com sais orgânicos são utilizadas para remoção de compostos provenientes de petróleo, a partir de soluções aquosas Silva *et al.*, (2011) e Nguyen *et al.*, (2013).

Logo, este trabalho visa sintetizar argilas organofílicas (Bofe e chocolate B), a partir de argilas naturais, utilizando o sal orgânico (GENAMIN CTAC-50) e testar a eficiência na capacidade de adsorção na remoção de gasolina comercial. Obtendo este resultado, escolher-se a argila para realização de ensaios de banho finito, variando a agitação e a concentração do efluente.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação das argilas organofílicas

Foi utilizada as argilas Bofe e Chocolate B, fornecida pela Bentonisa do Nordeste S.A., localizada em Boa Vista, Paraíba. Foi utilizado o sal quaternário de amônio comercial Cloreto de cetil trimetil amônio (Genamin), fornecido pela Clariant. O método utilizado foi o mesmo de Pereira *et al.* (2007). O procedimento é ilustrado no diagrama descrito na Figura 1, o qual apresenta as etapas de preparação da argila organofílica.

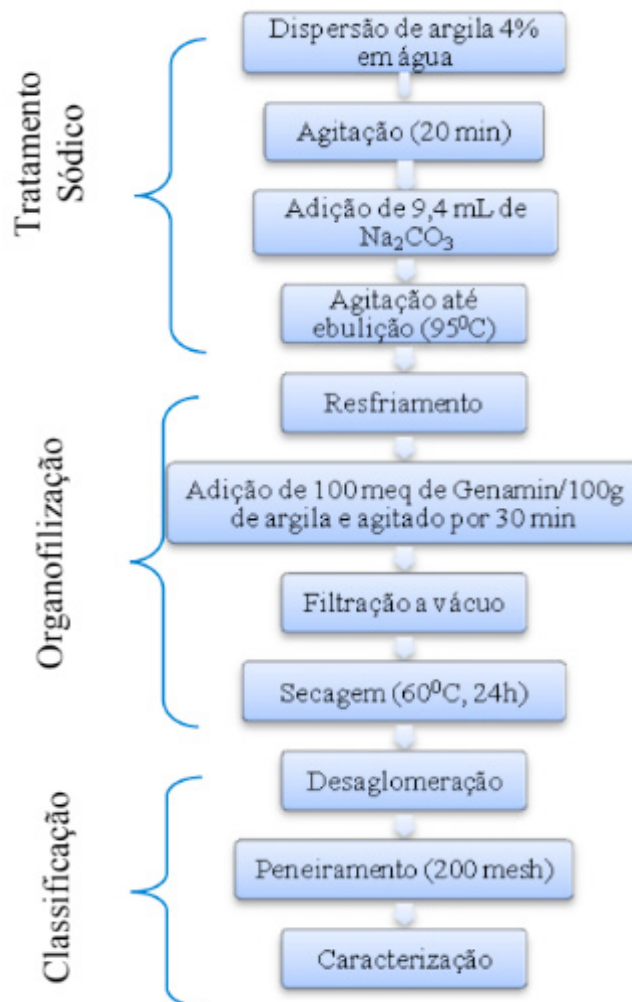


Figura 1. Diagrama do processo de produção das argilas organofílicas.

Caracterização das argilas

Difração de raios X (DRX)

As amostras de argilas foram peneiradas e colocadas em porta amostra de alumínio para as medições de difração de raios-X. Os padrões de DRX dos materiais foram obtidos no equipamento Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40 KV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de $0,020\ 2\theta$ e tempo por passo de 1,000 s, com velocidade de varredura de $2^\circ(2\theta)/\text{min}$, com ângulo 2θ percorrido de 2 a 50° .

Espectroscopia na Região do Infravermelho (IV)

As amostras foram submetidas a um tratamento físico, que consiste na mistura de 0,007 g de argila e 0,1 g de KBr, trituração e prensagem da mistura sólida a 5 toneladas durante 30 s, de modo a formar uma pastilha que permite a passagem da luz. A caracterização foi realizada utilizando um espectrofotômetro de infravermelho AVATAR TM 360 ESP FT-IR, na região compreendida de $4000\text{-}400\ \text{cm}^{-1}$.

Capacidade de Adsorção

O teste de avaliação da capacidade de adsorção em solvente orgânico foi baseado

no “Standard Methods of Testing Sorbent Performance of Adsorbents” baseado nas normas ASTM F716–82 e ASTM F726–9 variando apenas o tempo de contato entre o adsorvente e o adsorbato. Este teste constou do seguinte procedimento: em um recipiente, b quer, onde foi colocado o solvente a ser testado até uma altura de 2 cm. Em uma cesta (fabricada de tela de Aço Inoxidável com malha ABNT 200, abertura de 0,075 mm) foi colocado 1,00g do material adsorvente, argila organofílica a ser testado. Esse conjunto foi pesado e colocado no b quer com o solvente, onde permaneceu em contato por 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60 minutos. Após esse tempo, deixou escorrer o excesso por 15 segundos e realizada uma nova pesagem. A quantidade de solvente adsorvida foi calculada a partir da Equa o (1).

$$Ad = \left(\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right) * 100 \quad (1)$$

Em que: P_1 : Peso do material após adsor o. P_2 : Peso do material adsorvente seco. Ad : Eficiência da adsor o para o fluido e o adsorvente testado, em porcentagem.

Os resultados da capacidade de adsor o foram apresentados em gramas de solvente adsorvido por grama de argila.

Prepara o das Emulsões  leo/ gua

Para a realiza o dos ensaios de banho finito, foram produzidas emulsões óleo/água com concentra es de 100 mg.L⁻¹, 300 mg.L⁻¹ e 500 mg.L⁻¹. Foi adicionado às emulsões cloreto de sódio na concentra o de 5000 mg.L⁻¹ para simular a salinidade da água do mar. As emulsões foram preparadas sob agita o intensa de (17000 rpm), rota o suficiente para a forma o das emulsões, durante 20 minutos.

Planejamento Experimental

Foi adotado um planejamento fatorial de dois níveis com três repeti es no ponto central (repeti es no ponto central permite a estimativa dos erros experimentais e os efeitos não-lineares de curvatura) foi aplicado para avaliar qualitativamente e quantitativamente a influência do fator individual sobre as variáveis que está sendo analisado. A finalidade deste estudo foi avaliar a tendência para maximizar a eficiência do processo, ou seja, realizar uma estimativa conjunta dos melhores valores para cada uma das variáveis de acordo com Montgomery e Runger, (2003). Duas variáveis independentes foram selecionadas: a concentra o inicial de solu es de água- leo (C_0), avaliada na faixa de 100 a 500 mg.L⁻¹ e a velocidade de agita o (A) mantido dentro da faixa de 100-300 rpm, cujos valores são codificados como os níveis de (+) e (-), como referenciado na Tabela 1.

Ensaio	Fator C ₀ (mg.L ⁻¹)	Fator A (rpm)	Nível do Fator C ₀ (mg.L ⁻¹)
1	100	100	-1
2	100	300	-1
3	500	100	+1
4	500	300	+1
5	300	200	0
6	300	200	0
7	300	200	0

Tabela1. Matriz de ensaios do planejamento fatorial 2².

Preparação e Realização dos Ensaios de Banho Finito

Os ensaios de banho finito foram preparados de acordo com a matriz de planejamento. Adicionou-se 0,5 g de argila organofílica a 50 mL das emulsões com concentrações na faixa de 100-500 mg.L⁻¹. Após adicionar, levou-se o conjunto (emulsão óleo/água + argila organofílica) para a agitação mecânica, variando entre 100-300 mg.L⁻¹ durante 6 horas, de forma a garantir o equilíbrio do sistema.

Determinação da Concentração de Óleo: A concentração de óleo presente na fase aquosa do conjunto (emulsões óleo/água + argila) após 6 horas foi determinada através de análises de absorvância utilizando o Espectrofotômetro de UV – Visível. Inicialmente foi preparada uma curva de calibração. A curva foi feita variando as concentrações de 0 a 500 mg.L⁻¹ e o solvente utilizado foi o clorofórmio, o qual possui um pico significativo no comprimento de onda de 262 nm nas amostras avaliadas.

Para determinar a quantidade de óleo presente na água a técnica consistiu em coletar 5 mL da amostra a ser analisada e adicionou-se 5 mL de clorofórmio. Agitou-se por 5 minutos e após a separação da fase, foi feita a coleta da fase solvente (clorofórmio + óleo). Foi realizada a leitura da absorvância, em 262 nm no espectrofotômetro. E por meio da curva de calibração foi possível determinar a concentração de óleo na amostra.

A percentagem de remoção total de óleo (%Rem) e a Capacidade de Remoção de óleo em equilíbrio (q_{eq}) foram obtidos por meio das Equações (2) e (3), respectivamente:

$$\% \text{ Rem } = \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) * 100 \quad (2)$$

Em que: %Rem é a percentagem total de remoção de óleo; C₀ é a Concentração da solução inicial (emulsão óleo/água) concentração, em mg.L⁻¹; C é a Concentração da solução final (emulsão óleo/água), em mg.L⁻¹.

$$q_{eq} (\text{mg.g}^{-1}) = \frac{V}{m} (C_0 - C) \quad (3)$$

Em que: q_{eq} é a capacidade de remoção de óleo no equilíbrio, em mg de óleo/g de adsorvente; C_0 é a Concentração da solução inicial (emulsão óleo/água) concentração, em $mg.L^{-1}$; C é a Concentração da solução final (emulsão óleo/água), em $mg.L^{-1}$; V é o volume do adsorbato, em mL; m é a massa do adsorvente, em g.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores obtidos dos espaçamentos basais é possível verificar e comparar a variação do pico característico de uma argila natural e de uma argila organofílica. O valor do espaçamento basal adquirido varia de acordo com o tipo, concentração e orientação do sal quaternário de amônio empregado na metodologia de preparação, Paiva *et al.* (2008).

Nas Figuras 2 (a e b) estão ilustrados os difratogramas das argilas Bofe e Chocolate B: natural e organofílica onde apresentam as aberturas das camadas das argilas, logo após a intercalação dos cátions orgânicos. É possível verificar que após o processo de organofilização ocorreu a redução do ângulo 2θ e, conseqüentemente, aumento do espaçamento basal decorrente do sal quaternário de amônio, promovendo uma nova abertura nas argilas.

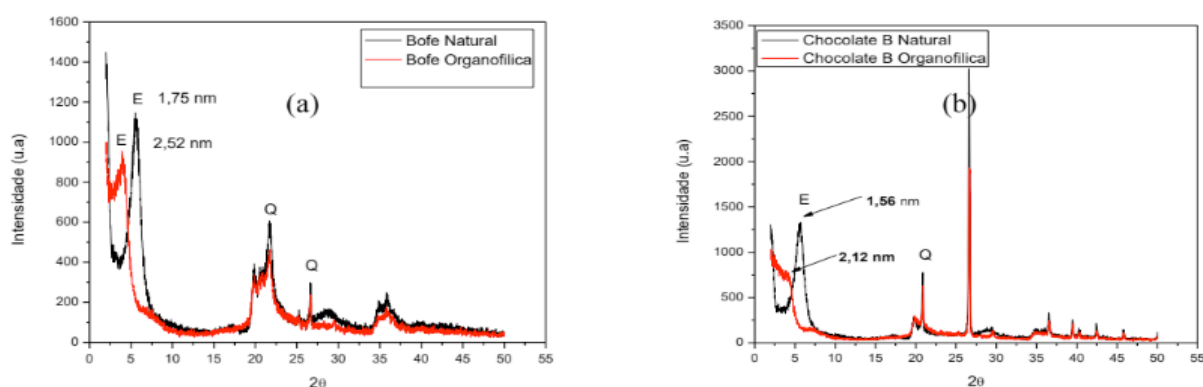


Figura 2. Difratogramas das argilas Bofe: Natural e Organofílica (a), Difratogramas das argilas Chocolate B: Natural e Organofílica (b).

Por meio dos difratogramas é possível verificar que a argila Bofe e Chocolate B natural apresenta reflexão do grupo da esmectita (E) que aparece em aproximadamente $5,6^\circ$ e corresponde ao espaçamento basal (d_{001}) de 1,75nm e 1,56nm que é característico de uma montmorilonita hidratada. Observam-se também outros picos que são referentes à mineral não esmectítico como o quartzo que se apresenta como impureza, características encontradas também por Wang *et al.* (2004).

Na representação gráfica para as argilas tratadas, pode-se observar que os padrões de DRX, ilustram que após a modificação da argila Bofe natural com sais quaternários de amônio, o deslocamento dos picos de difração ocorreu um aumento do espaçamento basal para 2,52 nm, como pode ser visto em $3,9^\circ$ (Figura 2a) e a

argila Chocolate B ocasionou um aumento do espaçamento basal para 2,12nm (Figura 2b).

O aumento expressivo na d(001) das amostras obtidas com o sal quaternário evidencia a efetiva intercalação dos cátions quaternários de amônio nas camadas interlamelares das argilas.

Os espectros na região do infravermelho das amostras das argilas Bofe e Chocolate B: natural e organofílica estão apresentados nas Figura 3 (a e b).

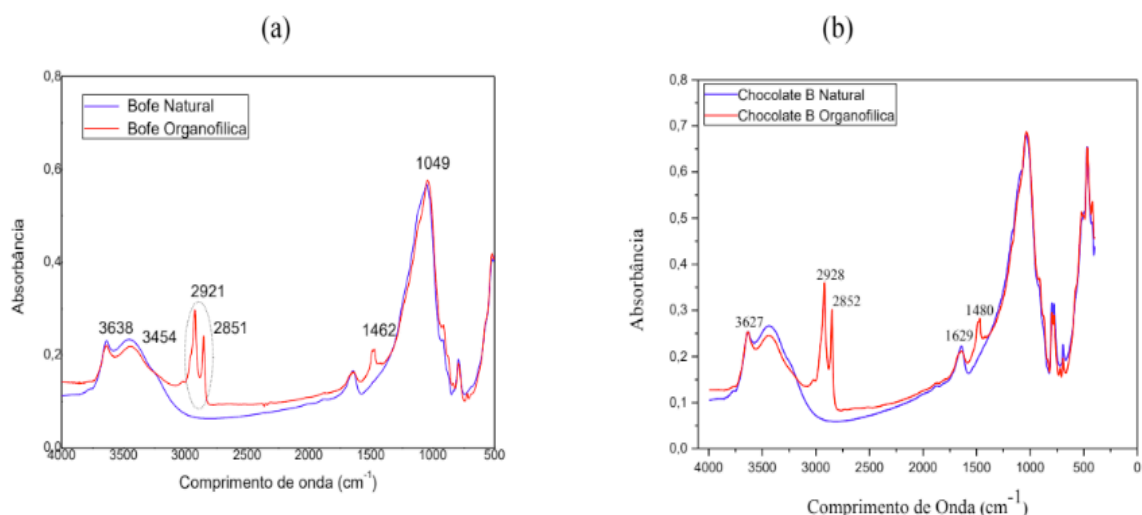


Figura 3. Espectros na região do infravermelho das argilas Bofe: natural e organofílica (a) e argila Chocolate B (b).

Analisando os espectros na região do infravermelho das amostras que estão representados nas Figuras 3 (a e b), é possível verificar que existem bandas na região de $3640 - 3400 \text{ cm}^{-1}$, que são relativas ao grupo OH livre ou combinado. Estas bandas são atribuídas a vibrações de estiramento do grupo funcional OH da água no interior das esmectitas. Bandas presente nas argilas organofílica, indicando a manutenção da estrutura após a organofilização. A diminuição na intensidade das bandas referentes à mesma região na naturais para as organofílicas refletem apenas mudanças nas características da superfície das mesmas, de hidrofílica para hidrofóbica, Bertagnoli *et al.* (2009). Já as bandas que surgem após o processo de organofilização próximas a região de $2950 - 2800 \text{ cm}^{-1}$ são características dos estiramentos das ligações CH_2 . Sendo as bandas próximas a 2900 cm^{-1} relativas ao estiramento assimétrico, e as bandas próximas a 2800 cm^{-1} ao simétrico, Leite *et al.* (2008). Já as bandas próximas a 1480 cm^{-1} estão relacionadas à flexão do grupo CH_3 , indicando a presença do surfactante nas argilas, Zhou *et al.* (2008). As bandas presentes na região próxima a 1045 cm^{-1} são características das ligações Si-O-Si e as próximas à região 530 cm^{-1} são correspondentes às características das camadas octaédricas do aluminossilicato Si-O-Al, Kozak e Donka (2004).

Nas Figuras 4 (a e b) estão ilustrados os resultados obtidos, da capacidade de adsorção das argilas Bofe e Chocolate B naturais e organofílicas em solvente orgânico gasolina comercial.

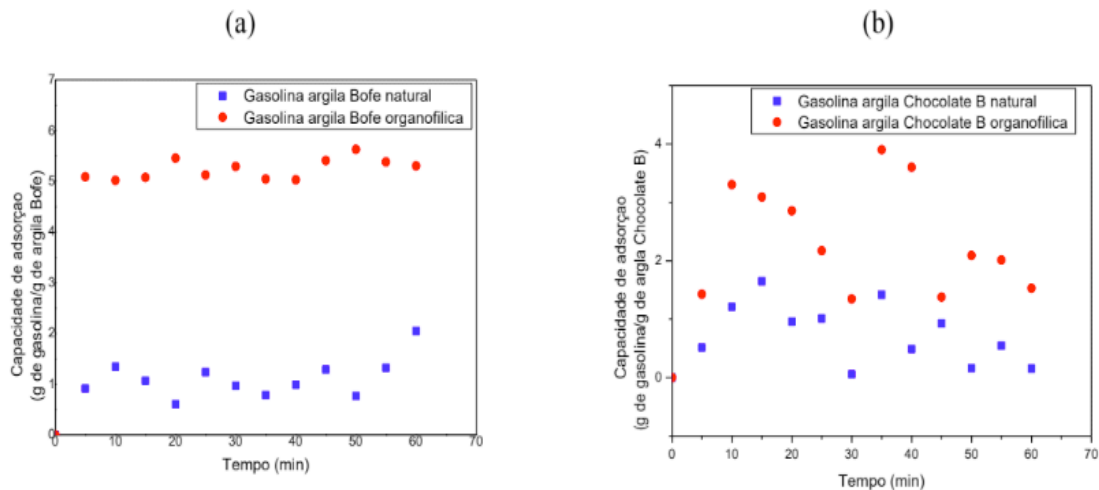


Figura 4. Capacidade de adsorção das argilas Bofe natural e organofílica (a) e argila Chocolate B natural e organofílica (b) na remoção de gasolina.

É possível verificar, a partir dos dados apresentados na Figura 4, uma adsorção bastante rápida independente do adsorvente utilizado (argila natural ou argila organofílica).

Ao comparar as duas curvas, observa-se que a quantidade total de gasolina adsorvida utilizando a argila organofílica para os dois tipos de argilas foi maior do que quando se utilizou argila natural. Foram adsorvidos em média com a utilização das argilas organofílicas 5,23 g de gasolina por grama de argila Bofe e 2,21g de gasolina por grama de argila Chocolate B, enquanto que na argila natural a capacidade de adsorção ao longo do tempo de contato apresentou em média uma capacidade de adsorção de apenas 1,11 g de gasolina por grama de argila Bofe natural e a argila chocolate B 0,70 g de gasolina por cada grama de argila. Estes resultados estão em concordância com os encontrados na literatura Rodrigues *et al.* (2010) e Oliveira *et al.* (2012).

Resultados estes que evidenciam que o processo de organofilização promove o potencial da argila modificada com sais orgânicos na remoção de compostos orgânicos, sendo, portanto mais uma alternativa para processos adsorptivos de contaminantes orgânicos.

Dessa forma, é notável que mesmo pertencendo ao mesmo grupo, as argilas possuem características distintas, em que foi observado que a argila Bofe apresentou melhores resultados de capacidade de adsorção de gasolina, sendo portanto, a argila escolhida para ser realizado os ensaios de banho finito variando a concentração e a agitação.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados referentes à percentagem de remoção de gasolina e capacidade de remoção no equilíbrio, para a argila Bofe de acordo com o planejamento fatorial 2^2 com três pontos centrais no total de 7 experimentos.

ENSAIOS	C ₀ (ppm)	Agitação (rpm)	% Rem	q _{eq} (mg.g ⁻¹)
1	100	100	91,54	9,52
2	100	300	96,67	10,05
3	500	100	99,26	49,83
4	500	300	99,35	49,87
5	300	200	98,90	29,87
6	300	200	98,94	29,88
7	300	200	98,78	29,83

Tabela 2: Resultados obtidos a partir do Planejamento Fatorial 2² com três pontos centrais para remoção de gasolina.

Com base nos resultados experimentais, verifica-se que a argila organofílica Bofe apresentou elevados percentuais de remoção de gasolina. Os dados apresentados indicam que o maior percentual de remoção foi encontrado no ensaio 4 (500 ppm e 300 rpm), tendo sido removidos 99,35% de gasolina emulsionada, com capacidade de remoção de 49,87 mg de gasolina por grama de argila Bofe organofílica.

No ensaio 3 (500 ppm e 100 rpm), é possível observar um percentual de remoção de 0,09% menor em relação ao apresentado no ensaio 4, que foi de 99,35%, podendo assim, ser considerado tão eficiente quanto o ensaio 4. Foi verificado que, em altas concentrações a agitação, elevou a eficiência da argila tanto para o percentual quanto para a capacidade de remoção.

4 | CONCLUSÕES

A partir do difratograma de raios foi possível verificar mudanças significativas nos valores das distâncias interplanares das esmectitas, devido à intercalação do sal quaternário de amônio na estrutura interlamelar das argilas. A espectroscopia na região do infravermelho apresentou o surgimento de novas bandas de CH₂ e CH₃, que correspondem ao sal quaternário de amônio.

As eficiências da capacidade de adsorção mostraram que as argilas Bofe e Chocolate B organofílica adsorveram o solvente orgânico estudado (gasolina) mais eficientemente do que nas suas formas sem tratamento. Mas ainda assim, a argila Bofe possui maior afinidade a gasolina, quando comparado com a argila Chocolate B.

Os resultados de percentagem de remoção e capacidade de remoção em sistema de banho finito da argila Bofe apresentaram ótimos valores, onde foram obtidos resultados de remoção acima de 99% para gasolina, com capacidade de remoção

de aproximadamente 50 mg de gasolina por cada grama de argila organofílica, evidenciando que a argila Bofe organofílica é eficiente na remoção de gasolina em sistema de banho finito.

REFERÊNCIAS

- AIVALIOTI, M.; D. POTHOUKAKI.; P. PAPOULIAS. **Removal of BTEX, MTBE and TAME from aqueous solutions by adsorption onto raw and thermally treated lignite.** *J. Hazard. Mater.* v. 208, p.136-146, 2011.
- ALTER, GR. **Organophilic cost effectively removes oil from produced water.** *Oil Gas J.* v. 95, p.15-25, 1997.
- BERTAGNOLLI, C.; KLEINÜBING, S. J.; SILVA, M. G. C. **Preparo e avaliação de argilas Verde-Lodo organofílicas para uso na remoção de derivados de petróleo.** *Scientia Plena*, v. 5, p.1-7, 2009.
- GIL, A.; F. ASSIS.; S. ALBENIZ.; S. KORILI. **Removal of dyes from waste water by adsorption on clays pillared.** *Chem. Eng. J.* v.168, p. 1032-1040, 2011.
- HUSSEIEN M.; AA AMER.; A. EL-MAGHRABY. **Taha Availability of barley straw application on oil spill clean up.** *J. Environ. Sci. Technol.* v. 6, p. 123-130, 2009.
- KOZAK, M.; DONKA, L. **Adsorption of the quaternary ammonium salts on montmorillonite.** *J. Phys. Chem. S.*, v.65, p.441-445, 2004.
- LAGALY, G.; BERGAYA, F.; THENG, B. K. G. **Handbook of Clay Science. Developments in Clay Science**, Elsevier Science, Amsterdam, v. 1, 2006.
- LEITE, I. F.; RAPOSO, C. M. O.; SILVA S. M. L. **Caracterização estrutural de argilas bentoníticas nacional e importada: antes e após o processo de organofiliação para utilização como nanocargas.** *Cerâmica*, v.54, p.303-308, 2008.
- NGUYEN, V. N.; NGUYEN, T. D. C.; DAO, T. P.; THUAN, H. T.; BANG, D. N.; AHN, D. H. **Synthesis of organoclays and their application for the adsorption of phenolic compounds from aqueous solution.** *J. Ind.Eng.Chem.* v. 19, p. 640-644, 2013.
- OLIVEIRA, G. C.; MOTA, M. F.; SILVA, M. M.; RODRIGUES, M. G. F.; LABORDE, H. M. **Performance of natural sodium Clay treated with ammonium salt in the separation of emulsified oil in water.** *Oil Gas J. B.* v. 6, p. 171-183, 2012.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, **Diretrizes para a qualidade da água potável: Organização Mundial de Saúde**, Distribuição e Vendas, Genebra 27, Suíça CH-1211, 2004.
- PAIVA, L. B.; MORALES, A. R.; VALENZUELA-DÍAZ, F. R. **Argilas organofílicas: características, metodologias de preparação, compostos de intercalação e técnicas de caracterização.** *Cerâmica*, v.54, p. 213-226, 2008.
- PEREIRA, K. R. O.; RODRIGUES, M. G. F.; VALENZUELA-DIAZ, F. R. **Síntese e caracterização de argilas organofílicas: comparação no uso de dois métodos.** *Rev. Elet. Mat. Proc*, v. 2, p. 1-8, 2007.
- RODRIGUES, S. C. G.; RODRIGUES, M. G. F.; PEREIRA, K. R. O.; VALENZUELA-DÍAZ, F. R. **Performance or organophilic Clay as adsorbent in the oil/water separation process.** *Oil Gas J. B.* v.4, p.49-58, 2010.
- SANTANDER, RT.; RODRIGUES, J. RUBIO. **Modified jet flotation oil (petroleum) separations**

water emulsion. *Coll. Surf. A*, v. 375 p. 237-244, 2011.

SILVA, M. M.; PATRÍCIO, A. C. L.; LIMA, W. S.; LABORDE, H. M.; RODRIGUES, M. G. F. **Preparação e avaliação da argila verde organofílica usando diferentes concentrações de surfactante catiônico visando seu uso na separação óleo/água.** *Scientia Plena*, v. 7, p.171-180, 2011.

SU, D.; J. WANG.; K. LIU.; D. ZHOU. **Kinetic Performance of oil field produced water treatment by biological aerated filter.** *Chin. J. Chem. Eng.* v.15, p. 591-594, 2007.

WANG, C. C.; JUANG, L. C.; LEE, C. K.; HSU, T. C.; LEE, J. F.; CHAO, H. P. **Effects of Exchanged Surfactant Cations on the Pore Structure and Adsorption Characteristics of Montmorillonite.** *J. Coll. I. Sc.*, v.280, p. 27-35, 2004.

ZHOU, Q.; XI, Y.; HE, H.; FROST, R. **Application of near infrared spectroscopy for the determination of adsorbed *p*-nitrophenol on HDTMA organoclays-implications for the removal of organic pollutants from water.** *Spectr. Acta Part.* v.69, p.835–841, 2008.

SOBRE O ORGANIZADOR

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-072-8

