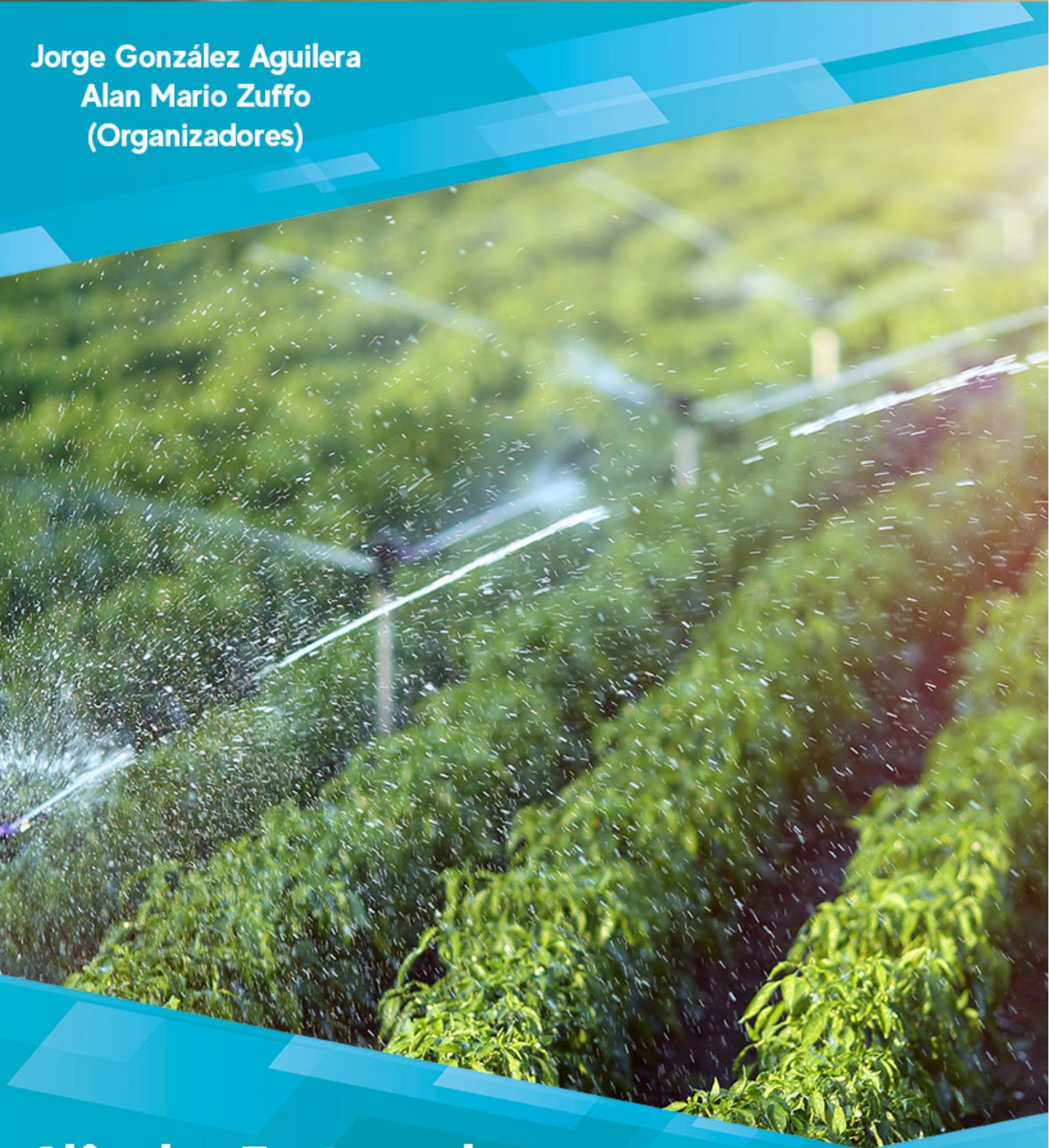


**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**



**Ciências Exatas e da
Terra e a Dimensão
Adquirida através da
Evolução Tecnológica 2**

Atena
Editora
Ano 2019

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

**Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão
Adquirida através da Evolução Tecnológica
2**

**Atena Editora
2019**

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-473-3

DOI 10.22533/at.ed.733191107

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia.
I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario

CDD 509.81

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 2*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 28 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A GESTÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE USO	
Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Fernanda Soares de Miranda Torres	
DOI 10.22533/at.ed.7331911071	
CAPÍTULO 2	7
APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL	
José Batista Siqueira Sanmy Silveira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.7331911072	
CAPÍTULO 3	18
AQUÍFERO DUNAS-POTENGI: DISPONIBILIDADE E POTENCIALIDADE DAS ÁGUAS EM NATAL – RN	
Melquisedec Medeiros Moreira Newton Moreira de Souza Miguel Dragomir Zanic Cuellar Kátia Alves Arraes	
DOI 10.22533/at.ed.7331911073	
CAPÍTULO 4	27
AS ÁGUAS DO AQUÍFERO ALUVIONAR JAGUARIBE E SUA RELAÇÃO COM O USO/OCUPAÇÃO DO SOLO: ÁREA PILOTO DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE – CEARÁ	
Antônio Flávio Costa Pinheiro Itabaraci Nazareno Cavalcante Alexsandro dos Santos Garcês Rafael Mota de Oliveira Emanuel Arruda Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.7331911074	
CAPÍTULO 5	42
CULTURA DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA DA ÁREA QUÍMICA	
Milson dos Santos Barbosa Débora da Silva Vilar Aline Resende Dória Isabelle Maria Gonzaga Duarte Dara Silva Santos Lays Ismerim Oliveira Géssica Oliveira Santiago Santos Luiz Fernando Romanholo Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.7331911075	

CAPÍTULO 6 53

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE FORMALDEÍDO EM COSMÉTICOS

Helder Lopes Vasconcelos
Andressa Almeida

DOI 10.22533/at.ed.7331911076

CAPÍTULO 7 63

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DAS CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO QUARAÍ, NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Mayara Torres Mendonça
Clamarion Maier
Edenir Luís Grimm
Gustavo Henrique Merten
Jainara Fresinghelli Netto
Ricardo Boscaini
Miriam Fernanda Rodrigues
Thais Palumbo Silva
Franciele de Bastos
Raí Ferreira Batista
Suélen Matiasso Fachi

DOI 10.22533/at.ed.7331911077

CAPÍTULO 8 76

DETERMINAÇÃO DE PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE CAPTAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE SÃO PAULO

César de Oliveira Ferreira Silva
Manuel Enrique Gamero Guandique

DOI 10.22533/at.ed.7331911078

CAPÍTULO 9 84

DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR CALIBRATION OF METEOROLOGICAL SENSORS. CASE STUDY: CALIBRATION OF A TIPPING-BUCKET RAIN GAUGE AND DATA-LOGGER SET

Márcio Antônio Aparecido Santana
Patrícia Lúcia de Oliveira Guimarães
Luca Giovanni Lanza

DOI 10.22533/at.ed.7331911079

CAPÍTULO 10 93

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE E SAÚDE AMBIENTAL DO MERCADO DO PEIXE, SÃO LUÍS - MARANHÃO

Marcelo Vieira Sodré Barbosa
Ana Carolina Lopes Ozorio
Itapotiará Vilas Bôas

DOI 10.22533/at.ed.73319110710

CAPÍTULO 11 100

ESTUDO DA SÍNTESE SEM SOLVENTE DE ZEÓLITAS UTILIZANDO DIFERENTES LÍQUIDOS IÔNICOS COMO AGENTES DIRECIONADORES DE ESTRUTURA

Iemedelais Bordin
Victor de Aguiar Pedott
Elton Luis Hillesheim
Rogério Marcos Dallago
Marcelo Luís Mignoni

DOI 10.22533/at.ed.73319110711

CAPÍTULO 12 109

GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÃO DE APPS E ESTUDO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL NAS MARGENS DO BEIJA-FLOR, MUNICÍPIO DE MAZAGÃO-AP

Kerlency Maria Farias Santos
Rudney Lobato Furtado
Mariano Araújo Bernadino Rocha
Olavo Bilac Quaresma de Oliveira Filho

DOI 10.22533/at.ed.73319110712

CAPÍTULO 13 124

GEOQUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUAS NATURAIS DE NASCENTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Rafael Bassetto Ferreira
Wanilson Luiz Silva

DOI 10.22533/at.ed.73319110713

CAPÍTULO 14 138

IMPACTOS POTENCIAIS DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS NÃO-SEGURAS NO USO DA ÁGUA NA BACIA DO PARAÓPEBA, MINAS GERAIS

Luciana Eler França
Fernando Figueiredo Goulart
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

DOI 10.22533/at.ed.73319110714

CAPÍTULO 15 153

MODELAGEM DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE SOLO REFORÇADO NO SISTEMA TERRAMESH

Taila Ester dos Santos de Souza
Carlos Alberto Simões Pires Wayhs
Alan Donassollo

DOI 10.22533/at.ed.73319110715

CAPÍTULO 16 167

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE E SUAS RELAÇÕES COM OS DOMÍNIOS CLIMÁTICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Estefânia Fernandes dos Santos
Leila Nunes Menegasse Velasquez

DOI 10.22533/at.ed.73319110716

CAPÍTULO 17 182

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO OESTE DE SANTA CATARINA, BRASIL

Janete Facco
Fabio Luiz Carasek
Sival Francisco de Oliveira Junior
Luiz Fernando Scheibe
Manuela Gazzoni dos Passos
Mariana Muniz Blank

DOI 10.22533/at.ed.73319110717

CAPÍTULO 18 197

RAIZ DO CAPIM VETIVER: UMA FONTE ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Felipe Coelho Vieira
Alan Rodrigues Teixeira Machado
Marcelo Segala Xavier
Jussara Vitória Reis

DOI 10.22533/at.ed.73319110718

CAPÍTULO 19 210

RELAÇÃO EXISTENTE ENTRE AS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS DE UMA REGIÃO DO CERRADO MARANHENSE E OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRENTES NO LOCAL

Karla Bianca Novaes Ribeiro
Kely Silva dos Santos
Karine Silva Araujo
Mayanna de Kássia Silva Rodrigues
James Werllen de Jesus Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.73319110719

CAPÍTULO 20 219

RELEVO COMO FATOR INTENSIFICADOR DAS ONDAS DE CALOR EM ALAGOAS

Dálete Maria Lima de Sousa
Anne Karolyne Pereira da Silva
Rafael Wendell Barros Forte da Silva
João Vitor Benevides de Castro
Francisco de Assis Franco Vieira
David Harley de Oliveira Saraiva

DOI 10.22533/at.ed.73319110720

CAPÍTULO 21 233

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE MILHO (ZEA MAYS L.) EXPOSTAS A ÁCIDO HÚMICO

Monique Ellen Farias Barcelos
Leonardo Barros Dobbss
Amanda Azevedo Bertolazi
Alessandro Coutinho Ramos
Ian Drumond Duarte
Lívia Dorsch Rocha
Leonardo Valandro Zanetti
Sílvia Tamie Matsumoto

DOI 10.22533/at.ed.73319110721

CAPÍTULO 22	247
SUPORTES HÍBRIDOS DE SÍLICA-MONOSSACARÍDEOS: MATERIAIS POTENCIAIS PARA IMOBILIZAÇÃO DE PEROXIDASE RAP - TOYOBO	
Ivan Martins Barreto	
Maria Antônia Carvalho Lima Jesus	
Djalma Menezes De Oliveira	
Ronaldo Costa Santos	
Alini Tinoco Fricks	
Heiddy Márquez Alvarez	
DOI 10.22533/at.ed.73319110722	
CAPÍTULO 23	256
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO PUNHAÍ, LITORAL NORTE DA BAHIA	
Ricardo Acácio de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.73319110723	
CAPÍTULO 24	263
ADMINISTRAÇÃO: FERRAMENTA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	
Esmeraldo Bezerra de Melo Junior	
Claudio Jorge Gomes da Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.73319110724	
CAPÍTULO 25	275
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DOS PRODUTORES DE BANANA DOS MUNICÍPIOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO E RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS E PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA	
Maricleide Maia Said	
Luiz Antonio de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110725	
CAPÍTULO 26	287
AGROECOLOGIA E RE(EXISTÊNCIAS): CONTRIBUIÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA COMO PASSO PARA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL EM UM ACAMPAMENTO NO SERTÃO PARAIBANO	
Luymara Pereira Bezerra de Almeida	
Helena Cristina Moura Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110726	
CAPÍTULO 27	299
LEVANTAMENTO DE MOSCAS BRANCAS (<i>Bemisia tabaci</i>) NA CULTURA SOJA, EM UM MUNICÍPIO DO NOROESTE DO RS: ANO I	
Isaura Luiza Donati Linck	
Antônio Luis Santi	
Ezequiel Zibetti Fornari	
Luis Felipe Rossetto Gerlach	
Fernanda Marcolan de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.73319110727	

CAPÍTULO 28 305

QUANTIFICAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS E CLASSIFICAÇÃO DE SUA ATIVIDADE ENZIMÁTICA
PROTEOLÍTICA E LIPOLÍTICA EM LEITE CRUCAPTADO EM LATICÍNIOS NO MUNICÍPIO DE
PIUMHI-MG

Maria Clara de Freitas Guimarães Santos

Eudoro da Costa Lima Neto

Talitha Oliveira de Rezende

Leonardo Borges Acurcio

DOI 10.22533/at.ed.73319110728

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 317

ESTUDO DA SÍNTESE SEM SOLVENTE DE ZEÓLITAS UTILIZANDO DIFERENTES LÍQUIDOS IÔNICOS COMO AGENTES DIRECIONADORES DE ESTRUTURA

Imedelais Bordin

Universidade Regional Integrada – URI-Erechim
Erechim - RS

Victor de Aguiar Pedott

Universidade Regional Integrada – URI-Erechim
Erechim - RS

Elton Luis Hillesheim

Universidade Regional Integrada – URI-Erechim
Erechim - RS

Rogério Marcos Dallago

Universidade Regional Integrada – URI-Erechim
Erechim - RS

Marcelo Luís Mignoni

Universidade Regional Integrada – URI-Erechim
Erechim - RS

RESUMO: O objetivo do trabalho foi a síntese, sem a presença de solvente, de matrizes zeolíticas utilizando diferentes líquidos iônicos como agente direcionadores de estruturas, com diferentes relações Si/Al. Zeólitas possuem propriedades adsorventes para purificação de gases e se mostraram úteis como catalisadores no refino de petróleo. A utilização desse material na área da catálise está diretamente relacionada às suas propriedades químicas e físicas e ao seu sistema de poros que lhes proporciona diferentes tipos de seletividade. Outra finalidade é a encapsulação de metais

de transição, ou compostos organometálicos nas cavidades da zeólita. A vantagem desse método é a fácil separação da mistura reacional e então a questão ambiental é favorecida devido à reutilização do hospede retido nos poros da matriz zeolítica. Nas sínteses, são observados a influência do líquido iônico, a relação Si/Al e o tempo de retirada do material das autoclaves, onde a massa é dividida em 6 alíquotas, todas elas submetidas a 120°C em estufa, 3 em modo estático e 3 sob agitação, a retirada é feita em 24 h, 72 h e 144 h, logo após a lavagem e secagem, o material é analisado por difração de raios X, sendo possível observar que a quantidade de alumínio influi diretamente no resultado final. Ao diminuir a quantidade (em massa) da fonte de alumínio, propicia a formação de Quartzo, apresentando picos característicos do mesmo e não acontecendo uma reação esperada para a formação de estruturas hierárquicas.

PALAVRAS-CHAVE: Líquido iônico, zeólita, síntese seca.

STUDY OF SOLVENT FREE SYNTHESIS OF ZEOLITES USING DIFFERENTS KINDS OF IONIC LIQUIDS LIKE STRUCTURE DIRECTING AGENTS

ABSTRACT: The objective of the work was the synthesis, without the presence of solvents, of

zeolitic structures utilizing different kinds of ionic liquids as structure directing agents, with different Si/Al ratios. Zeolites have adsorbent properties for gas purification and show a great potential in oil refining. The utilization of this kind of material in catalysis is directly connected to its chemical and physical properties and its pore system that provides different kinds of selectivity. Another finality it is the transition metals or organometallic compounds encapsulation in the zeolite cavities, the advantage of this process is the easy separation of the reaction mixture and then, the environmental question is favored due to reutilization of the material located in the pores of the zeolite structure. The ionic liquids, Si/Al ratios and reaction time influence is observed in the synthesis. The synthesis method is to divide the reaction mass in 6 autoclaves and submit to 120°C in a greenhouse, 3 in static mode and 3 under stirring, the material is withdraw in 24h, 72h and 144h, after that, the material is washed and dried. The material is submitted to a X-ray diffraction analysis, being possible to observe that the amount of aluminum influences positively in the final result. While decreasing the amount of aluminum in the reaction it provides the formation of quartz and not occurring the formation of the hierarchal structure.

KEYWORDS: ionic liquid, solvent free synthesis, zeolites

1 | INTRODUÇÃO

Peneiras moleculares são estruturas que apresentam porosidade, onde o diâmetro é medido em Ångströms (Å) ou nanômetros (nm). Entre as peneiras moleculares, destacam-se as zeólitas, muito utilizadas também em catálise. Segundo a definição, zeólitas são aluminossilicatos cristalinos de elementos alcalinos, classificados como materiais microporosos (GRECCO, 2013). Elas possuem a finalidade de adsorventes para purificação de gases e são muito utilizadas como trocadores iônicos em detergentes. Também se mostraram extremamente úteis como catalisadores no refino de petróleo, na petroquímica, e na síntese de produtos orgânicos cujas moléculas possuem diâmetro cinético inferior a 10 Å (SHELDON, 1994). A União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) classifica as zeólitas utilizando um código de três letras baseadas na estrutura, independente da composição química. Os microporos das zeólitas são classificados de acordo com o tamanho: poros pequenos (< 4 Å), médios (4 - 6 Å), grandes (6 - 8 Å) ou supergrandes (> 8 Å). Peneiras moleculares com poros maiores que 20 Å, com paredes amorfas, são classificadas como mesoporosas (MEIER, 1992).

A utilização desse tipo de material na área da catálise está diretamente relacionada às suas propriedades físicas e químicas e ao seu sistema de poros, os quais possuem uma alta acidez e basicidade superficial, além da capacidade de troca iônica. A porosidade das zeólitas hierárquicas permite atingir alta dispersão e forte interação entre a zeólita e o meio, além de criar um espaço ideal para a deposição de fases catalíticas ativas (FELICZAK-GUZIK, 2017). As zeólitas possuem altas

áreas superficiais e capacidade de adsorção que variam num amplo espectro desde altamente hidrofóbicas à altamente hidrofílicas, além de terem aplicações em reações de importância comercial. Esse potencial vem da possibilidade de ajuste de suas propriedades catalíticas, seletividades e estabilidade através do controle da sua composição química por tratamentos químicos (MARTINS, 2006).

Atualmente, a principal rota de síntese de materiais zeolíticos é pelo método hidrotérmico, onde consiste em promover reações de precipitação acima da temperatura e pressão ambiente. Porém a rota envolve possíveis incompatibilidades entre água e organossilanos. O método de síntese livre de solventes pode impedir reações colaterais entre os organossilanos, devido a ausência de água, o solvente mais usado nas sínteses. Zeólitas hidrofóbicas mostraram maior estabilidade na água e interação seletiva com o substrato.

A primeira síntese de zeólita sem solvente bem sucedida foi relatada por Ren et al., em 2012, onde foi obtido a zeólita do tipo ZSM5. No procedimento foi macerado $\text{NaSiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (SiO_2 , 20% do peso), sílica pirogênica Aerosil®, brometo de tetrapropilamônio e NH_4Cl . A massa foi misturada por 20 minutos e após, levada a estufa a 180 °C para a cristalização do sólido. A ZSM-5 resultou em um tamanho de partícula maior do que o produto obtido pelo método hidrotérmico (REN, ET AL., 2012).

O método de encapsulação do tipo barco-na-garrafa é realizado por meio da encapsulação de metais de transição ou compostos organometálicos nas cavidades da zeólita. Ele tem sido feito preferencialmente com a zeólita Y devido à sua supercavidade de 13 Å formadas por anéis de 12 membros cujo diâmetro é 7,4 Å, porém, para muitos precursores catalíticos empregados em reações homogêneas, o espaço ainda assim é pequeno e a busca por materiais hierarquicamente estruturados que apresentam tamanhos de poros diferentes continua constante.

Para a síntese das zeólitas, foram utilizados diferentes líquidos iônicos, os quais atuaram como direcionadores de estrutura, não sendo usados solventes na síntese. Na literatura, podem ser encontrados diversos trabalhos com o uso de solventes, sendo água o mais usado. Mignoni, (MIGNONI, 2012a) descreve uma síntese utilizando fontes de Silício e de Alumínio, Hidróxido de Sódio e água para formação de zeólitas, onde foram obtidas diversas fases zeolíticas, como ZSM-5, ZSM-35, beta e a fase A. Barrer usou macromoléculas orgânicas como TPA e TBA (tetrapropilamônio e tetrabutilamônio) como direcionadores de estrutura (BRÍGIDA, ET AL., 2008). A síntese é realizada em autoclaves com aquecimento e a cristalização da fase zeolítica leva de uma a duas semanas. Uma vez conseguida a cristalização, eliminam-se as moléculas orgânicas através da calcinação.

Na literatura, pode-se encontrar um recente estudo sobre a síntese de zeólitas híbridas usando um método livre de solvente na presença de diferentes organossilanos, nos quais as zeólitas híbridas foram produzidas por moagem, homogeneização e aquecimento dos reagentes, incluindo diferentes organossilanos e tendo um resultado satisfatório com boa cristalinidade e hidrofobicidade (PETKOWICZ, 2017).

Cooper descreve a síntese de materiais análogos a zeólita, empregando brometo de etilmetilimidazol (líquido nas condições de síntese dos materiais), onde o líquido iônico atua como solvente e molde (BARBOSA, 2014), sendo dispensável o uso de solventes como a água, por exemplo. Os autores sintetizaram quatro aluminofosfatos análogos a zeólitas. Os diferentes materiais foram obtidos variando as condições de síntese. Recentemente, Xing (BASSEGODA, 2012) demonstrou que metilimidazol (MI) adicionado a C_2MIBr apresenta um efeito de codirecionador de estrutura, sendo que tanto o MI como o C_2MIBr estão direcionando o crescimento do mesmo sólido. A característica intrigante desse sólido é que o material é constituído de duas camadas distintas. Até 2009 havia somente uma publicação referente à síntese de materiais de sílica pura utilizando LIs. O material obtido é a zeólita Sodalita (BON, AT AL., 2008).

O objetivo do projeto é a formação de zeólitas sem uso de solventes, fazendo com que aconteça dessa forma uma “síntese verde”. Ao invés de tratar o efluente pode-se evitar o mesmo, ou ao menos diminuir a quantidade produzida contribuindo assim com o meio ambiente. O solvente é substituído pelo líquido iônico em sínteses a seco, pois ele é capaz de moldar a construção da estrutura, aumentar os limites de espaço dos microporos, contribuir através da ligação que são criadas, para a estabilidade do material e tornar sua cristalização termodinamicamente possível. O projeto tem potencial para aplicação na indústria petroquímica.

2 | PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

2.1 SÍNTESES DOS LÍQUIDOS IÔNICOS

Foram sintetizados dois líquidos iônicos, seguindo rotas clássicas de literatura (MIGNONI, 2012c)

2.1.1 Cloreto de 1-butil-3-metilimidazólio [C_4MI]Cl

Para a síntese do Cloreto de 1-butil-3-metilimidazólio foram utilizados 135 mL de 1-metilimidazol (139 g; 1,69 mol) e 260 mL de 1-clorobutano (228,8 g; 2,47 mol) dissolvidos em 100 mL de Acetonitrila. A representação da síntese pode ser visualizada na Figura 1.

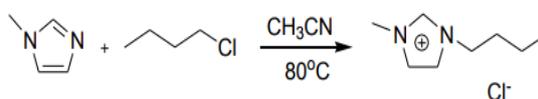


Figura 1. Representação da síntese do Cloreto de 1-butil-3-metilimidazólio.

2.1.2 Cloreto de 1-octil-3-metilimidazólio [C_8MI]Cl

O Cloreto de 1-octil-3-metilimidazólio foi sintetizado utilizando 8,5 mL de 1-metilimidazol (8,76 g; 100 mmol) e 16,9 mL de 1-cloro-octano (14,87 g; 100 mmol). A Figura 2 representa a síntese deste líquido iônico.

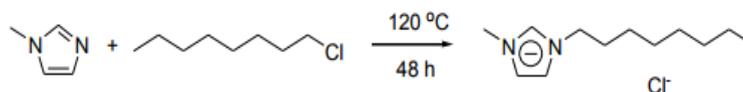


Figura 2. Representação da síntese do líquido iônico Cloreto de 1-octil-3-metilimidazólio.

Os líquidos iônicos sintetizados ficaram sob agitação magnética com aquecimento a 120°C por 48 h, sob refluxo em um balão de 500 mL. Após o término da reação, o balão foi resfriado até a temperatura ambiente. A precipitação de cada líquido iônico ocorreu adicionando lentamente 100 mL de acetato de etila, após feito isso, o balão foi levado ao freezer por 24 h para ocorrer a total precipitação do sólido/líquido iônico. Ao final do processo, o sólido iônico foi seco sob pressão reduzida até massa constante ou realizou-se a extração, com auxílio de uma pera de sucção, com acetato de etila e o líquido viscoso obtido foi seco sob pressão reduzida.

3 | SÍNTESES DAS ZEÓLITAS VIA ROTA CLÁSSICA DA LITERATURA

3.1.1 Síntese da zeólita com o Líquido Iônico [C_4MI]Cl, com diferentes relações Si/Al

Para a síntese de Si/Al = 1, foi pesado: 16,4 g de NaAlO₂ (200,073 mmol) e 12 g de SiO₂ (200,0 mmol). Na relação Si/Al = 8: 2,05 g de NaAlO₂ (25,0 mmol) e 12 g de SiO₂ (200,0 mmol) e para a relação Si/Al = 100: 0,2323 g de NaAlO₂ (2,834 mmol) e 17 g de SiO₂ (282,95 mmol).

As sínteses dos materiais zeolíticos com diferentes relações foram realizadas da seguinte maneira: i) inicialmente, com a utilização de grau e pistilo foi macerada a fonte de Alumínio, 4 g de NaOH e, após, a fonte de Silício por 15 minutos; ii) posteriormente foram acrescentados 5,23 g de líquido iônico [C_4MI]Cl na mistura; iii) a mistura ficou sob maceração por mais 20 minutos até se obter uma formação homogênea e sólida. A massa sólida foi então dividida em autoclaves numeradas de 1 a 6, sendo que na relação Si/Al = 1 se obteve uma quantidade de massa de 6,27 g por autoclave, a relação Si/Al = 8 3,88 g e a relação Si/Al = 100 4,53 g, que foram seladas e todas aquecidas a 120°C em uma estufa. As autoclaves foram divididas para coleta de alíquotas em 24 horas, 72 horas e 144 horas, sendo que três delas foram submetidas em um sistema de agitação, onde os reatores giram verticalmente (100 rpm) e as outras três, ficaram em modo estático na estufa. Após a coleta dos sólidos obtidos, os

mesmos foram lavados com água deionizada até pH 9 e secos em estufa a 90°C por 12 h. As quantidades de NaOH e do Líquido iônico utilizadas não foram alteradas para as diversas relações.

As alíquotas 1, 2 e 3 ficaram em modo estático e 4, 5 e 6 sob agitação em todas as sínteses realizadas, sendo que, na relação Si/Al = 1 em 24 h foram retiradas da estufa as alíquotas 1 e 5, em 72 h 2 e 6 e em 144 h 3 e 4. Na relação Si/Al = 8, as alíquotas 3 e 6 foram retiradas da estufa em 24 h, 2 e 4 em 72 h e 1 e 5 em 144 h. Para a relação Si/Al = 100, as alíquotas 2 e 4 foram retiradas em 24 h, 3 e 6 em 72 h e 1 e 5 em 144 h.

3.1.2 Síntese da zeólita com o Líquido iônico [C₈MI]Cl, com diferentes relações Si/Al

As sínteses foram feitas variando a relação Silício/Alumínio. Primeiramente foi realizada a síntese com a relação Si/Al = 1, utilizando 8,5 g de NaAlO₂ (103,696 mmol), como fonte de Alumínio e 6,20 g de SiO₂ (103,362 mmol) como fonte de Silício, sendo que as alíquotas 1 e 5 foram retiradas em 24 h, 2 e 4 em 72 h e finalmente, 3 e 6 em 144 h. E para a síntese Si/Al = 100 foram utilizados 0,2323 g de NaAlO₂ (2,834 mmol) e 17 g de SiO₂ (282,956 mmol). As alíquotas 3 e 4 foram retiradas em 24 h, 1 e 6 em 72 h e 2 e 5 em 144 h.

A rota de síntese é igual a descrita anteriormente, porém com diferentes quantidades, em gramas, da fonte de Alumínio e de Silício. Também foi alterado o Líquido iônico utilizado, que passou a ser o [C₈MI]Cl. A massa sólida foi então dividida em autoclaves numeradas de 1 a 6, sendo que na relação Si/Al = 1 se obteve uma quantidade de massa de 4 g por autoclave e Si/Al = 100 4,53 g por autoclave. O tempo de retirada das amostras foi mantido em 24, 72 e 144 h.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de difração de raios X

Os sólidos obtidos foram analisados por DRX (Rigaku X-ray diffractometer) e os resultados obtidos foram comparados com a literatura. Para a relação Si/Al = 1 usando líquido iônico [C₄MI]Cl os resultados estão representados na Figura 3(A) onde é as amostras estavam em modo estático. A Figura 3(B) apresenta as amostras em agitação. Podem-se observar picos característicos da zeólita Sodalita, juntamente com Quartzo. A Figura 4 é referente a amostra utilizando o líquido iônico [C₄MI]Cl, sendo (a) a relação Si/Al = 8 e (b) Si/Al = 100. Está sendo apresentado apenas duas amostras em tempo de retirada: 144 h, pois todas as amostras retiradas das diferentes autoclaves apresentaram picos característicos de Quartzo. E na Figura 5 os difratogramas de raios X da relação Si/Al = 1 com o líquido iônico [C₈MI]Cl.

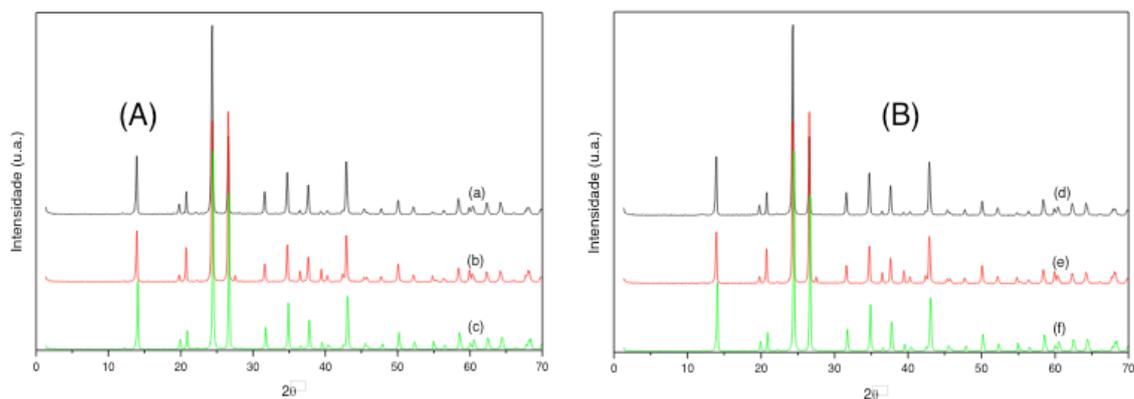


Figura 3(A). Difratoograma de raio X com diferentes tempos de síntese com o líquido iônico [C4MI]Cl em modo estático: (a) 24 h (b) 72 h (c) 144 h. Figura 3(B). Alíquotas sob agitação, sendo retiradas (d) 144 h (e) 24 h e (f) 72 h.

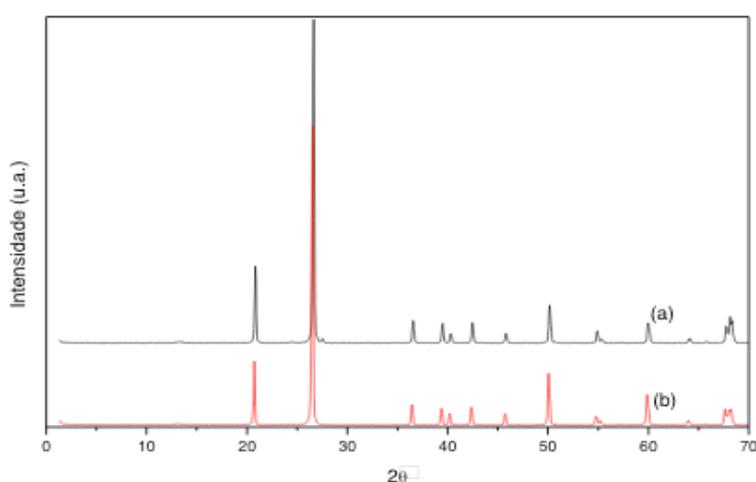


Figura 4. Difractogramas de raios X referentes a relação em (a) Si/Al = 8 e (b) Si/Al = 100 utilizando o LI [C₄MI]Cl.

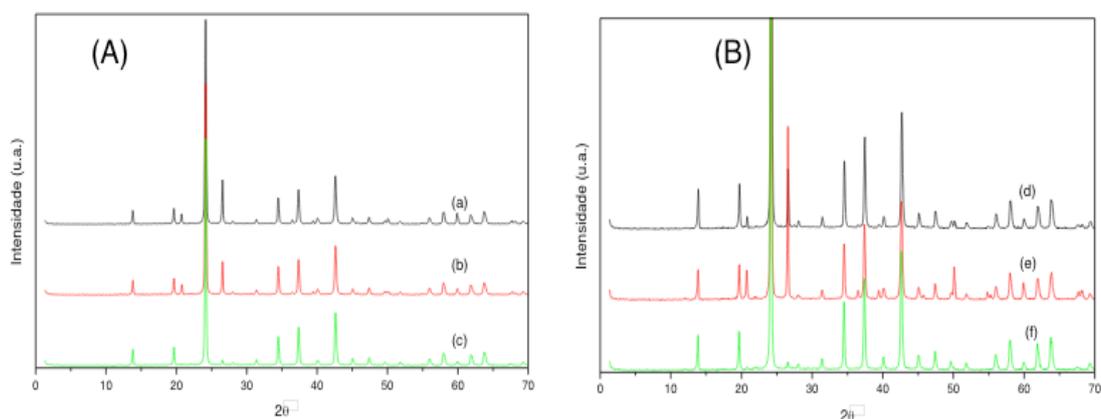


Figura 5(A). Difractogramas de raios X referentes à relação Si/Al = 1 utilizando o LI [C₈MI]Cl (a) 24 h, (b) 72 h, (c) 144 h em modo estático. 5(B) (d) 72 h, (e) 24 h, (f) 144 h, alíquotas submetidas a agitação.

A síntese com a relação Si/Al = 100 com o líquido iônico [C₈MI]Cl apresentou picos característicos de Quartzo, sendo representada na Figura 6.

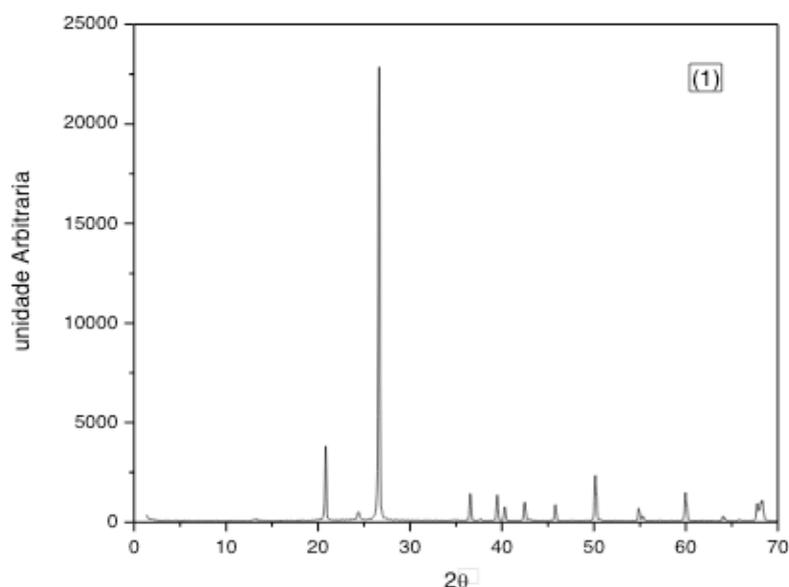


Figura 6. Difratoograma de raios X referente à síntese com LI $[C_8MI]Cl$, relação Si/Al = 100.

5 | CONCLUSÃO

Na Relação Si/Al = 1 com o Líquido iônico $[C_4MI]Cl$, assim como, na relação Si/Al = 1 com $[C_8MI]Cl$, pode ser verificado através dos difratogramas de raios X que obteve-se picos característicos da Zeólita Sodalita, juntamente com quartzo. Quando a quantidade de $NaAlO_2$ foi diminuída, na relação Si/Al = 8 e 100, obteve-se somente Quartzo. Sendo assim, pode-se observar que a relação Si/Al influi diretamente na formação do material, sendo que, ao se diminuir a quantidade de $NaAlO_2$, tem-se uma tendência maior à formação de picos característicos do Quartzo.

6 | AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERGS, CNPq e a URI-Erechim.

7 | AUTORIZAÇÕES/RECONHECIMENTO

Ao submeter o trabalho, os autores tornam-se responsáveis por todo o conteúdo da obra.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, OVEIMAR, et al. **Glutaraldehyde in bio-catalysts design: a useful crosslinker and a versatile tool in enzyme immobilization**. Rsc Advances, v. 4, n. 4, p. 1583-1600, 2014.

BASSEGODA, A.; CESARINI, S.; DIAZ, P. **Lipase improvement: goals and strategies**. Computational and Structural Biotechnology Journal, v. 2, p. 905, 2012.

BON, E. P. S.; MARIA, A.; FERRERA, M. A.; CORVO, M. L.; VERMELHO, A.B.; PAIVA, C. L. A.;

ALENCASTRO, R. B.; COELHO, R. R. R. **Enzimas em Biotecnologia: Produção, Aplicação e Mercado**. Ed Interciência, Rio de Janeiro, 2008

BRÍGIDA, A.; PINHEIRO, A.; FERREIRA GONÇALVES. **Immobilization of *Candida antarctica* lipase by adsorption to green coconut fiber**. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v.146, p. 173-187, 2008.

FELICZAK-GUZYK, A., 2017.; **Hierarchical zeolites: Synthesis and catalytic properties**. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2017.

GRECCO, S. T. F.; RANGEL, M. C; URQUIETA-GONZÁLEZ, E. A. **Zeólitas hierarquicamente estruturadas**. *Quim. Nova*, v. 36, n. 1, p. 131-142, 2013.

MARTINS, L.; CARDOSO, D.; 2006. Aplicação catalítica de peneiras moleculares básicas micro e mesoporosas. *Química Nova*, v. 29, n. 2, p. 358, 2006.

MEIER, W. M.; OLSON, D. H. **Atlas of Zeolite Structure Types**, 3a. ed., Butterworth-Heinemann, Londres, 1992.

MIGNONI, M.L. Zeólitas obtidas com líquidos iônicos como direcionadores de estrutura: síntese e reatividade. *Tese (doutorado em Química)* - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PETKOWICZ, D. I., CANAL, S., FINGER, P. H., MIGNONI, M. L., & DOS SANTOS, J. H. Z. **Synthesis of hybrid zeolites using a solvent-free method in the presence of different organosilanes**. *Microporous and Mesoporous Materials*, 241, 98-106, 2017.

SHELDON, ROGER A.; DAKKA, JIHAD. **Heterogeneous catalytic oxidations in the manufacture of fine chemicals**. *Catalysis today*, v. 19, n. 2, p. 215-245, 1994.

L. REN, Q. WU, C. YANG, L. ZHU, C. LI, P. ZHANG, H. ZHANG, X. MENG, F. XIAO, J. AM. **Chem. Soc.** 134 15173e15176, 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-473-3

