



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra [recurso eletrônico] : conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-160-2 DOI 10.22533/at.ed.602200207</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia e inovação. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 500</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 20 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DAS ORIENTAÇÕES DE COMO DEMARCAR A IMAGINÁRIA LINHA DE PREAMAR MÉDIA DE 1831	
Flavio Boscatto Cesar Rogério Cabral Everton da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002071	
CAPÍTULO 2	13
NUMERICAL MODELING OF SEWAGE OUTFALLS PLUMES IN THE COAST OF THE STATE OF PARANÁ – BRAZIL	
Paola Galluzzi Polesi Joseph Harari Tiago Cortez Samuel Hora Yang	
DOI 10.22533/at.ed.6022002072	
CAPÍTULO 3	30
APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD E ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM ARACAJU/SE	
José Batista Siqueira Thomaz Oliveira Teixeira Samiramisthaís Souza Linhares Luiz Alberto Vedana Paulo Henrique Stefano	
DOI 10.22533/at.ed.6022002073	
CAPÍTULO 4	43
ANÁLISES DE GERAÇÃO DE MALHA NA MODELAGEM NUMÉRICA DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR	
Michel Kepes Rodrigues Jairo Valões de Alencar Ramalho Ruth da Silva Brum Luiz Alberto Oliveira Rocha Elizaldo Domingues dos Santos Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.6022002074	
CAPÍTULO 5	55
AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E APLICAÇÃO NA TRANSMISSÃO NA CAMADA DA IONOSFERA	
José Augusto dos Santos Cardoso Wendel Correa dos Santos José Francisco da Silva Costa Antonio Maia de Jesus Chaves Neto Sebastião Gomes Silva Manuel de Jesus dos Santos Costa Alessandre Sampaio Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002075	

CAPÍTULO 6 76

DECIFRANDO O ARCO-ÍRIS E O EFEITO GLÓRIA: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO SISTEMAS DINÂMICOS

Janaína Dias da Silva
Alberto Tufaile

DOI 10.22533/at.ed.6022002076

CAPÍTULO 7 88

MAGIC: INTERAÇÃO ENTRE HOBBY E LUCRO

Victor Ferreira da Silva
Édipo Menezes da Silva
Kelly Pereira de Lima
João Domingos Scalon

DOI 10.22533/at.ed.6022002077

CAPÍTULO 8 93

A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E O LIXO ELETRÔNICO: DESAFIOS, REFLEXÕES E OPORTUNIDADES

Fábio Henrique Angelo dos Santos
Luana Maia Woida

DOI 10.22533/at.ed.6022002078

CAPÍTULO 9 109

APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE CALOR E MASSA NO PROCESSO DE SECAGEM DO ABIU

Nathalia Cristina Ramos Lima
Jules Mitoura dos Santos Junior
Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho
Ronaldo Maison Martins Costa
Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.6022002079

CAPÍTULO 10 119

BIOCONTROLE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORIGANUM VULGARE FRENTE ÀS LARVAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Juliana de Sousa Figuerêdo
Felipe Pereira da Silva Santos
Matheus Oliveira do Nascimento
Patrícia e Silva Alves
Lucas Mendes Feitosa Dias
Layana Karine Farias Lima
Aline Aparecida Carvalho França
Edymilaís da Silva Sousa
Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado
Veruska Cavalcanti Barros
José Luíz Silva Sá
Chistiane Mendes Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.60220020710

CAPÍTULO 11 133

COMPLEXOS B-DICETONATOS LUMINESCENTES BASEADOS EM ÍONS TERRAS RARAS DISPERSOS EM POLÍMEROS TRANSPARENTES PARA APLICAÇÕES EM CÉLULAS SOLARES

Gabriel de Moraes Rodrigues
Ivan Guide Nunes da Silva
Danilo Mustafa

DOI 10.22533/at.ed.60220020711

CAPÍTULO 12 146

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DAS PENEIRAS MOLECULARES: SBA-16, FDU-12, SBA-15 E MCM-41

Mayara Resende Alves
Mateus Freitas Paiva
Elon Ferreira de Freitas
Sílvia Cláudia Loureiro Dias
José Alves Dias

DOI 10.22533/at.ed.60220020712

CAPÍTULO 13 160

UMA EFICIENTE SÍNTESE DE DERIVADOS DE TRIARILMETANO

Shirley Muniz Machado Rodrigues
Giovanni Stoppa Baviera
Daniel Previdi
Alexandre de Almeida Matias
Paulo Marcos Donate

DOI 10.22533/at.ed.60220020713

CAPÍTULO 14 170

IDENTIFICAÇÃO NÃO INVASIVA DE MATERIAL POLIMÉRICO COM A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA FTIR: BANCO DE DADOS DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO PRÁTICA

Fabrcio de Melo Rodrigues Barbosa
Mrcia de Almeida Rizzutto
Wanda Gabriel Pereira Engel

DOI 10.22533/at.ed.60220020714

CAPÍTULO 15 183

SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

Carlos Roberto Pinheiro Junior
Marcos Gervasio Pereira
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Lcia Helena Cunha dos Anjos
Ademir Fontana

DOI 10.22533/at.ed.60220020715

CAPÍTULO 16 200

DETERMINAÇÃO DE HEXAZINONA EM AMOSTRAS DE SOLO POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Auriléia Pereira da Silva
Lucina Rocha Sousa

DOI 10.22533/at.ed.60220020716

CAPÍTULO 17 225

GERAÇÃO DE MALHA PARA DESCREVER A DISPERSÃO DA FERRUGEM DA SOJA NO PARANÁ

Eduardo Oliveira Belinelli
Paulo Laerte Natti
Neyva Maria Lopes Romeiro
Eliandro Rodrigues Cirilo
Lucas Henrique Fantin
Karla Braga de Oliveira
Marcelo Giovanetti Canteri
Érica Regina Takano Natti

DOI 10.22533/at.ed.60220020717

CAPÍTULO 18	240
ESTUDO DA ARTE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL A PARTIR DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA-DE-AÇÚCAR	
Raquel Santos da Silva	
Danielle Christine Almeida Jaguaribe	
Joelma Morais Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.60220020718	
CAPÍTULO 19	249
FORMAS ASSOCIATIVISTAS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO, IGARAPÉ-AÇU/PA	
Jéssica Vasconcelos Ferreira	
Raiana Rocha Pereira	
Francisco Laurimar do Nascimento Andrade	
Fabiana Mar dos Santos	
Nayra Silva do Vale	
Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior	
Eleci Teresinha Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.60220020719	
CAPÍTULO 20	259
ESTUDO DO EFEITO MEMÓRIA E FOTOLUMINESCÊNCIA EM HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDL)	
Alexandre Candido Teixeira	
Alysson Ferreira Morais	
Ivan Guide Nunes da Silva	
Danilo Mustafa	
DOI 10.22533/at.ed.60220020720	
SOBRE O ORGANIZADOR	273
ÍNDICE REMISSIVO	274

UMA EFICIENTE SÍNTESE DE DERIVADOS DE TRIARILMETANO

Data de aceite: 25/06/2020

Data de submissão: 01/04/2020

Shirley Muniz Machado Rodrigues

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Química, Ribeirão Preto – SP.

<http://lattes.cnpq.br/4442447468208188>

Giovanni Stoppa Baviera

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Química, Ribeirão Preto – SP.

<http://lattes.cnpq.br/5525160962386198>

Daniel Previdi

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Química, Ribeirão Preto – SP.

<http://lattes.cnpq.br/1154505770578904>

Alexandre de Almeida Matias

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Química, Ribeirão Preto – SP.

<http://lattes.cnpq.br/2273291576386898>

Paulo Marcos Donate

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Química, Ribeirão Preto – SP.

<http://lattes.cnpq.br/3060964061145182>

RESUMO: O pentacloro de nióbio (NbCl_5) foi usado como ácido de Lewis em reações do tipo arilação de Friedel-Crafts para obter de maneira eficiente derivados de triarilmetano, utilizando diversos arenos e aldeídos aromáticos como materiais de partida. Como o pentacloro de nióbio é um poderoso agente ativante e também altamente oxofílico, ele é capaz de promover reações de Friedel-Crafts intermoleculares e intramoleculares. Foram realizados diversos ensaios com o objetivo de encontrar as melhores condições de reação, variando o solvente, o tempo reacional e as concentrações dos reagentes. A metodologia desenvolvida mostrou-se bastante eficiente, pois os derivados de triarilmetano foram obtidos com elevados rendimentos, tempos reacionais curtos e condições de reação suaves.

PALAVRAS-CHAVE: Triarilmetano, pentacloro de nióbio, reações de arilação Friedel-Crafts.

AN EFFICIENT SYNTHESIS OF TRIARYLMETHANE DERIVATIVES

ABSTRACT: We studied the use of niobium pentachloride (NbCl_5) as Lewis acid in Friedel-Crafts arylation reactions to obtain triarylmethanes, using various arenes and aromatic aldehydes. As niobium pentachloride is a powerful activating and also highly oxophilic

agent, it is capable of promoting intermolecular and intramolecular Friedel-Crafts reactions. Several tests were carried out in order to find the best reaction conditions, varying the solvent, the reaction time and the concentrations of the reagents. The developed methodology proved to be quite efficient and practical, because the triarylmethanes obtained showed high yields in short reaction times and mild reaction conditions.

KEYWORDS: Triarylmethane, niobium pentachloride, Friedel Crafts arylation reactions.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Um pouco sobre o nióbio

O nióbio é um elemento químico pertencente à família 5A da tabela periódica, o seu número atômico é 41, e sua massa atômica é 92,9064 u. É um metal prateado brilhante e com estrutura cúbica de corpo centrado. Quando puro é macio e dúctil. O nióbio é o elemento menos eletropositivo da família 5A e seu elétron extra na camada 'd' aumenta fortemente a ligação metal-metal, levando a um alto ponto de fusão, alto ponto de ebulição e uma entalpia de atomização superior aos seus vizinhos da família 4A. O nióbio apresenta estados de oxidação variável de +5 até -1, no entanto, o estado de oxidação +5 é o mais estável (GREENWOOD e EARNSHAW, 1998).

Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o Brasil é detentor das maiores reservas mundiais de nióbio, com cerca de 98% do metal existente. Além disso, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil, o país é responsável por cerca de 90% de toda a comercialização de nióbio no planeta, seguido por Canadá e Austrália.

Entre suas diversas utilidades o nióbio é utilizado para aumentar a resistência do aço. Segundo a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), 100 gramas de nióbio, são suficientes para tratar uma tonelada de aço (AGÊNCIA BRASIL, 2019).

1.2 O pentacloreto de nióbio e algumas aplicações em síntese orgânica

O pentacloreto de nióbio é um poderoso agente ativante em várias reações orgânicas. Sendo um reagente bastante oxofílico e também um ácido de Lewis, o pentacloreto de nióbio tem sido bastante utilizado na área de síntese orgânica (da SILVA-FILHO, 2006), como por exemplo, em reações de Diels-Alder (CONSTANTINO et al., 2006), (CONSTANTINO; LACERDA e Da SILVA, 2002), reações de Friedel-Crafts (POLO et al., 2008), reações multicomponentes (Dos SANTOS e Da SILVA-FILHO, 2012), reações de proteção e desproteção de grupos funcionais (da SILVA-FILHO, 2006), reações de Mannich (WANG et al.;2007), e várias outras (LACERDA et al., 2012), (ANDRADE, 2004), (ANDRADE e ROCHA, 2006).

Um exemplo dessas reações é a síntese de derivados do 4-aryl-3,4-di-hidroumarinas através da reação multicomponente entre 3,5-dimetoxifenol, malonato de dimetila e diferentes aldeídos aromáticos, na presença de pentacloreto de nióbio como ácido de Lewis (Dos SANTOS e Da SILVA-FILHO, 2012), conforme mostrado na Figura1.

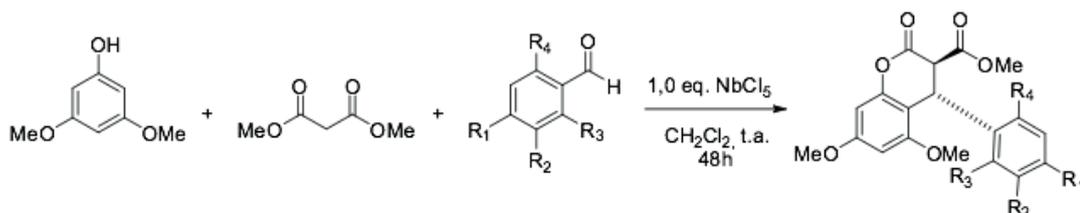


Figura 1. Reação multicomponente mediada por NbCl₅.

Outro exemplo é a síntese de derivados da 1-indanona, utilizando o NbCl₅ como ácido de Lewis em reações de acilação de Friedel-Crafts intramolecular de ácidos 3-arylpropanóicos (POLO et al., 2008), conforme mostrado na Figura 2.

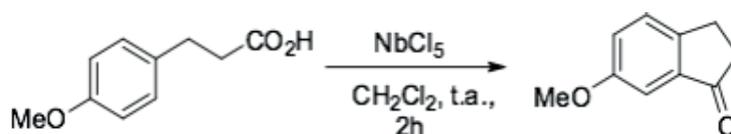


Figura 2. Reação de acilação de Friedel-Crafts mediada pelo NbCl₅.

1.3 Os derivados de triarilmetano

Os derivados de triarilmetano são uma classe de compostos que possuem como principal característica estrutural a presença de um átomo de carbono central ligado a três anéis aromáticos. São compostos que vêm ganhando reconhecimento da comunidade científica devido as suas aplicações em variados campos da ciência (MONDAL e PANDA, 2014). Por exemplo, alguns triarilmetanos possuem atividades antifúngicas (TAFI, et al., 2002) e antituberculose (RECANATINI, CAVALLI e VALENTI, 2002). Outros derivados de triarilmetano estão sendo estudados em reações fotoquímicas e em processos foto-oxidativos (DUXBURY, 1993). Além disso, há diversos exemplos de aplicações de triarilmetanos na ciência dos materiais como sondas fluorescentes e sensores metal-íon (IRIE, 1983).

2 | OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho consistiu em investigar a preparação de derivados de triarilmetano via arilação de Friedel-Crafts, utilizando o pentacloreto de nióbio como ácido de Lewis, conforme mostrado na Figura 3.

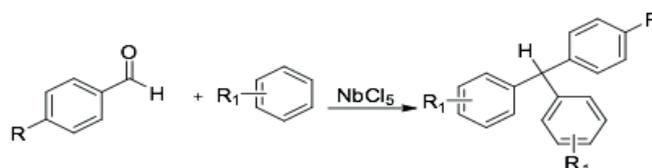


Figura 3. Preparação de derivados de triarilmetano mediada por pentacloreto de nióbio.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Procedimento geral da reação de arilação mediada por NbCl₅

Todas as reações foram realizadas sob atmosfera de nitrogênio. Primeiramente, adicionou-se 1 mmol do aldeído em 5 mL de diclorometano anidro e essa solução foi resfriada a 0°C, sob agitação constante. Em seguida, adicionou-se à mistura reacional 1 mmol do pentacloreto de nióbio (NbCl₅) e 2 mmol do areno. Então, o banho de gelo foi retirado para que a temperatura da mistura reacional aumentasse até a temperatura ambiente. O desenvolvimento e o final da reação foram monitorados por cromatografia em camada delgada. Ao final da reação, adicionou-se uma solução saturada de carbonato de sódio (Na₂CO₃) e o produto foi extraído com éter etílico (3 x 20 mL). A fase orgânica foi lavada com solução saturada de NaCl, secada com sulfato de magnésio anidro, filtrada e o solvente foi eliminado sob pressão reduzida. O produto bruto obtido foi, posteriormente, purificado através de uma coluna cromatográfica de sílica gel, utilizando como eluente um gradiente da mistura de n-hexano e acetato de etila (de 95:5 a 80:20).

3.2 Dados espectroscópicos dos compostos sintetizados

Os pontos de fusão e os dados espectroscópicos dos compostos sintetizados, bem como os seus respectivos espectros, podem ser encontrados em Rodrigues et al., (2019).

4 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os primeiros ensaios foram realizados utilizando o benzaldeído (1) como substrato nas reações com os arenos 3a-3g mostrados nas reações 1 a 7 da Tabela 1. Também foram realizados ensaios utilizando o 4-nitrobenzaldeído (2) com os mesmos arenos 3a-3g mostrados nas reações 8 a 14 da Tabela 1. Todas as reações foram realizadas empregando 1 equivalente de NbCl₅ em diclorometano (DCM) à temperatura ambiente, conforme mostrado na Figura 4.

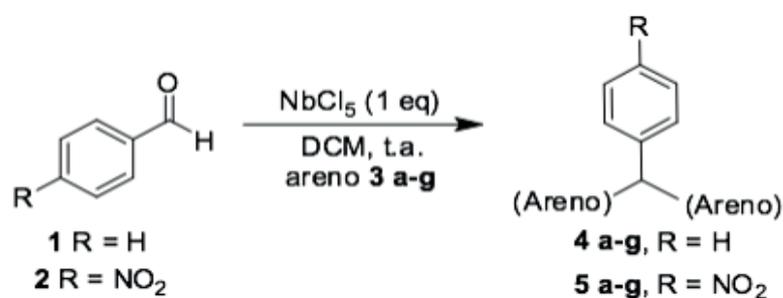
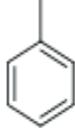
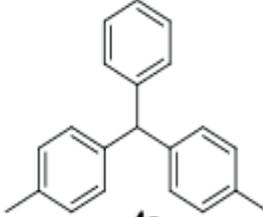
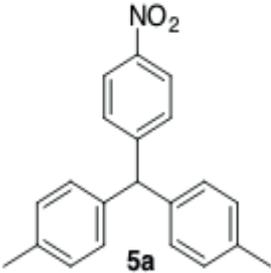
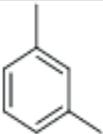
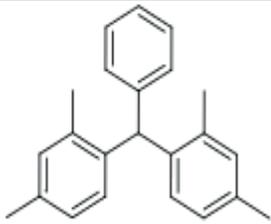
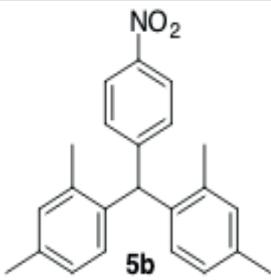
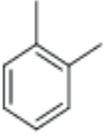
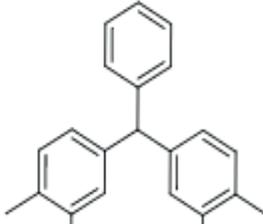
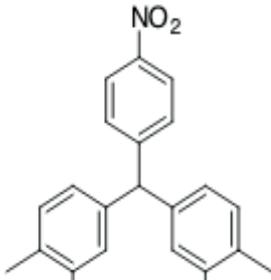
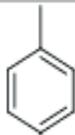
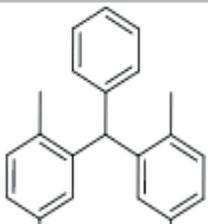
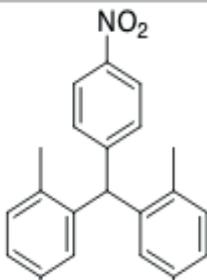


Figura 4. Reações entre derivados do benzaldeído e diversos arenos.

Reação	Triarilmetano 4	Reação	Triarilmetano 5
	Rendimento (%)		Rendimento (%)
Material de partida:	Benzaldeído (1)		4-nitrobenzaldeído (2)
Areno			
1	 3a	 4a 0	 5a 70:30 <i>p,p':o,o'</i> 67
2	 3b	 4b 66	 5b 77
3	 3c	 4c 59	 5c 72
4	 3d	 4d 62	 5d 75

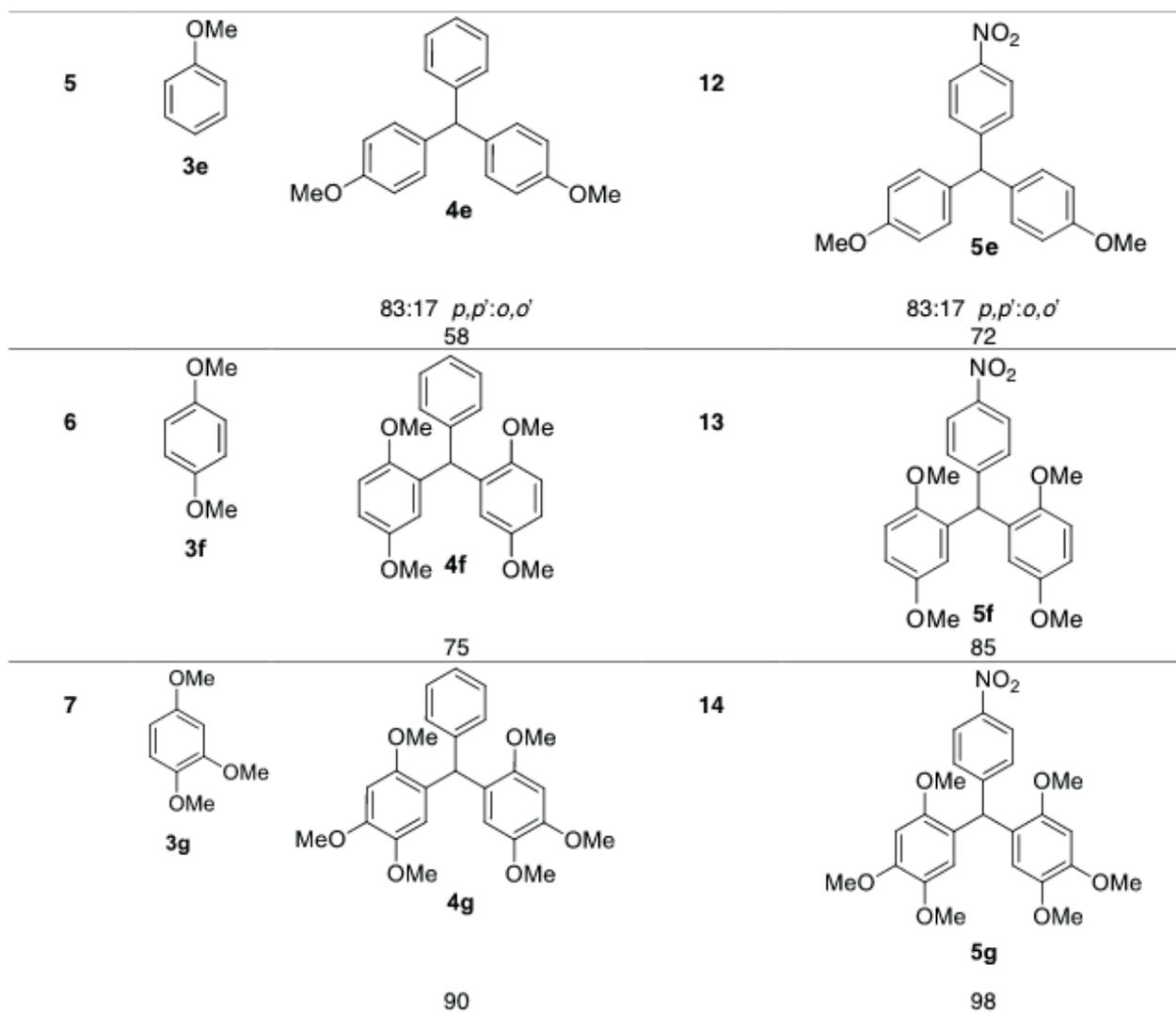


Tabela 1. Reações entre derivados do benzaldeído e diversos arenos, conforme a Figura 4.

O primeiro areno utilizado na reação com o benzaldeído (1) (reação 1 da Tabela 1) foi o tolueno (**3a**), mas o triarilmetano **4a** desejado não foi obtido. Em seguida, os xilenos **3b-3d** foram utilizados nas reações com o benzaldeído (1) (reações 2-4 da Tabela 1), e produziram os desejados correspondentes derivados de triarilmetano **4b**, **4c** e **4d** com rendimentos de 66, 59 e 62%, respectivamente. Diferentemente do tolueno, que possui apenas um grupo substituinte doador de elétrons (metila), os xilenos possuem dois grupos substituintes doadores de elétrons (duas metilas), o que faz com que o anel aromático desses compostos seja mais reativo quando comparado ao anel aromático do tolueno, justificando, assim, os resultados apresentados na Tabela 1. A reação entre o benzaldeído (1) e o anisol (**3e**) (reação 5 da Tabela 1) produziu o esperado triarilmetano **4e** com um rendimento de 58%, na forma de uma mistura de produtos contendo 83% do isômero *para,para'* e 17% do isômero *orto,orto'*. As reações entre o benzaldeído (1) e os arenos **3f** (1,4-dimetoxibenzeno) e **3g** (1,2,4-trimetoxibenzeno) (reações 6 e 7 da Tabela 1) resultaram nos esperados triarilmetano **4f** e **4g**, com rendimentos de 75 e 90%, respectivamente.

Finalizadas as reações com o benzaldeído (1), utilizou-se o 4-nitrobenzaldeído (2) como eletrófilo nas reações com os mesmos arenos da Tabela 1. Ao utilizar o tolueno (**3a**) (reação

8 da Tabela 1), observou-se que, diferentemente da reação entre o benzaldeído e o tolueno (reação 1 da Tabela 1), a reação com o 4-nitrobenzaldeído resultou no esperado triarilmetano **5a**, com um rendimento de 67%, na forma de uma mistura de produtos contendo 70% do isômero *para* e 30% do isômero *orto*. O 4-nitrobenzaldeído é um eletrófilo mais reativo que o benzaldeído devido ao efeito retirador de elétrons do grupo nitro (-NO₂), que torna o carbono do grupo formila mais deficiente em elétrons, o que justifica o resultado observado na reação 8 da Tabela 1.

Em seguida, foram realizadas as reações entre os xilenos **3b-3d** e o 4-nitrobenzaldeído (**2**) (reações 9-11 da Tabela 1), que resultaram nos triarilmetanos **5b**, **5c** e **5d** esperados, com rendimentos de 77, 72 e 75%, respectivamente. A reação entre o 4-nitrobenzaldeído (**2**) e o anisol (**3e**) (reação 12 da Tabela 1) produziu o triarilmetano **5e** esperado com um bom rendimento de 72%, na forma de uma mistura de produtos contendo 83% do isômero *para* e 17% do isômero *orto*. Na reação do 4-nitrobenzaldeído (**2**) com o 1,4-dimetoxibenzeno (**3f**) o triarilmetano **5f** foi obtido com um melhor rendimento de 85% (reação 13 da Tabela 1). Por último, quando foi utilizado o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**), o triarilmetano **5g** foi obtido com um excelente rendimento de 98% (reação 14 da Tabela 1).

De maneira geral, em termos de regiosseletividade desta reação, foi observado que a posição *para* foi favorecida no ataque nucleofílico. Somente nos casos em que a posição *para* encontra-se bloqueada por algum grupo substituinte é que se observou o favorecimento da posição *orto*, como foram os casos das reações 4, 6, 11 e 13, apresentadas na Tabela 1.

Também foram realizadas outras reações visando ampliar o escopo desta metodologia com relação a outros aldeídos. Para isso, fixou-se um areno (o 1,2,4-trimetoxibenzeno, **3g**), que foi colocado para reagir com aldeídos contendo diferentes grupos substituintes (doadores e retiradores de elétrons), conforme mostrado na Figura 5 e na Tabela 2. O 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) foi escolhido pois apresentou os melhores resultados nas reações com o benzaldeído (**1**) e com o 4-nitrobenzaldeído (**2**), conforme já discutido anteriormente (Tabela 1).

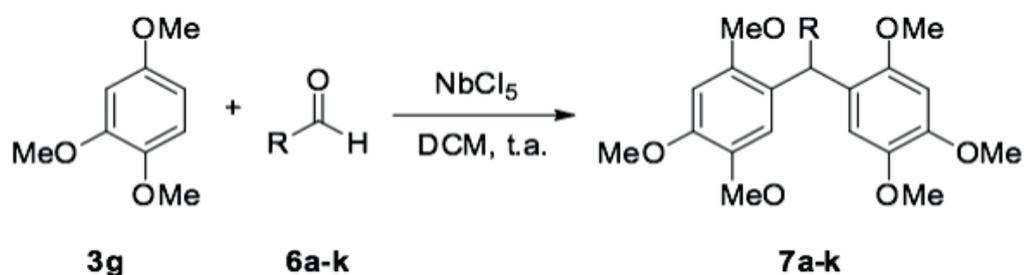


Figura 5. Reações entre o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) e diversos aldeídos.

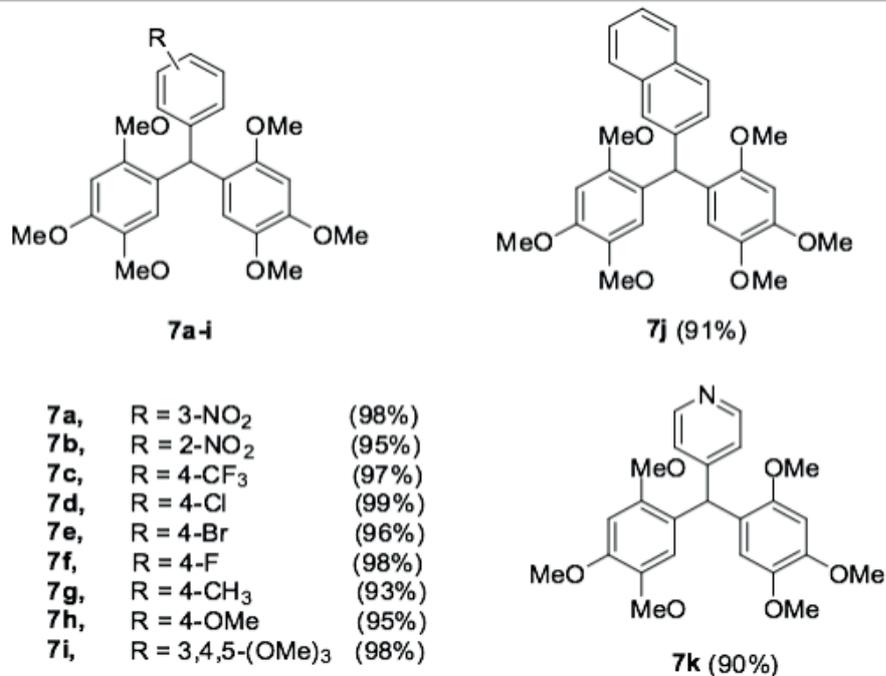


Tabela 2. Produtos das reações entre o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) e diversos aldeídos, conforme a Figura 5.

Conforme mostrado na Tabela 2, as reações realizadas entre o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) e os aldeídos 3-nitrobenzaldeído e 2-nitrobenzaldeído produziram os triarilmetanos **7a** e **7b** com ótimos rendimentos (95 e 98%, respectivamente). Além disso, os derivados de benzaldeído contendo grupos substituintes retiradores de elétrons (CF₃, Cl, Br e F) na posição para também forneceram os triarilmetanos esperados (**7c-7f**) com excelentes rendimentos (96-99%). Da mesma forma, quando foram empregados nas reações com o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) os derivados de benzaldeído contendo grupos substituintes doadores de elétrons [4-CH₃, 4-OMe e 3,4,5-(OMe)₃], também foram produzidos os triarilmetanos esperados (**7g-7i**) com altos rendimentos (93-98%).

Finalmente, foram testadas as reações envolvendo o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) e os compostos 2-naftaldeído e piridina-4-carboxaldeído. Ambas as reações resultaram nos triarilmetanos **7j** e **7k**, com rendimentos de 91% e 90%, respectivamente.

Porém, as reações realizadas com outros aldeídos aromáticos e alifáticos, tais como: cinamaldeído, fenilacetaldéido, pentanal e octanal, não resultaram nos triarilmetanos desejados, provavelmente devido a formação de carbocations que não são estabilizados simultaneamente pela carbonila e pelo anel aromático. A estabilização simultânea desses dois grupos é que garante o sucesso desta metodologia.

5 | CONCLUSÕES

Os estudos realizados mostraram que a metodologia desenvolvida, utilizando o pentacloreto de nióbio como ácido de Lewis da reação, foi bastante eficiente, tendo sido

obtidos diversos derivados de triarilmetano com bons rendimentos (59-98%). Esse método utiliza um equivalente de NbCl₅ em diclorometano para promover reações de arilação de Friedel-Crafts entre arenos e derivados de benzaldeído sob condições experimentais suaves (temperatura ambiente).

O escopo deste procedimento foi aumentado com o uso da reação entre o 1,2,4-trimetoxibenzeno (**3g**) e diversos aldeídos contendo diferentes grupos substituintes (doadores e retiradores de elétrons).

Baseado nos resultados obtidos, podemos concluir que esta reação é mais favorecida quando realizada entre aldeídos altamente eletrofílicos e arenos ricos em elétrons.

REFERÊNCIAS

Agência Brasil. **Brasil tem 90% do mercado mundial de nióbio, metal exaltado por Bolsonaro**. Exame, 24 de nov. de 2019. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/brasil-detem-90-do-mercado-mundial-de-niobio/>>. Acesso em: 29 de mar. de 2019.

ANDRADE, C.K.Z. **Niobium pentachloride in organic synthesis: Applications and Perspectives**. *Current Organic Synthesis*, v. 1, p. 333-353, 2004.

ANDRADE, C.K.Z.; ROCHA, R.O.; **Recent Applications of Niobium Catalysts in Organic Synthesis**. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, v. 3, p. 271-280, 2006.

CONSTANTINO, M.G. et al. **Core structure of eremophilanes and bakkanes through niobium catalyzed diels-alder reaction: synthesis of (±)-Bakkenolide A**. *Journal of Organic Chemistry*, v. 71, p. 9880-9883, 2006.

CONSTANTINO, M.G.; LACERDA, V.; da SILVA, G.V.J.; **Niobium pentachloride activation of enone derivatives: Diels-Alder and conjugate addition products**. *Molecules*, v. 7, p. 456-464, 2002.

da SILVA-FILHO, L.C.; **Pentacloreto de nióbio como ácido de Lewis em reações de cicloadição [2+2] e [4+2]**. 2006. Tese (Doutorado em Química Orgânica), FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2006.

dos SANTOS, W.H.; da SILVA-FILHO, L.C. **NbCl₅-Promoted Synthesis of 4-Aryl-3,4-dihydrocoumarins by Multicomponent Reaction**. *Synthesis*, v. 44, p. 3361-3365, 2012.

DUXBURY, D.F. **The photochemistry and photophysics of triphenylmethane dyes in solid and liquid media**. *Chemical Reviews*, v. 93, p. 381-433, 1993.

GREENWOOD, N.N.; EARNSHAW, A. **Chemistry of Materials**; ed. Butterworth-Heinemann: Oxford, 1998.

IRIE, M. **Light-induced reversible pH change**. *Journal of the American Chemical Society*, v. 105, p. 2078-2079, 1983.

LACERDA, V. et al. **The Growing Impact of Niobium in Organic Synthesis and Catalysis**. *Aldrichimica Acta*, v. 45, p. 19-27, 2012.

MONDAL, S.; PANDA, G. **Synthetic methodologies of achiral diarylmethanols, diaryl and triarylmethanes (TRAMs) and medicinal properties of diaryl and triarylmethanes-an overview**. *RSC Advances*, v. 4, p. 28317-28358, 2014

POLO, E. C. et al. **Síntese de 1-indanonas através da reação de acilação de Friedel-Crafts**

intramolecular utilizando NbCl₅ como ácido de Lewis. *Química Nova*, v. 31, p. 763-766, 2008.

RECANATINI, M.; CAVALLI, A.; VALENTI, P. **Nonsteroidal aromatase inhibitors: recent advances.** *Medicinal Research Reviews*, v. 22, p. 282-304, 2002.

RODRIGUES, S.M.M. et al. **Niobium Pentachloride Mediated (Hetero)aromatic Aldehyde Friedel-Crafts Hydroxyalkylation with Arenes: An Efficient Strategy to Synthesize Triarylmethanes.** *Synthesis-Stuttgart*, v. 51, p. 4498-4506, 2019.

TAFI, A. et al. **Antifungal agents. 10.** New derivatives of 1-[(aryl)[4-aryl-1H-pyrrol-3-yl] methyl]-1H-imidazole, synthesis, anti-candida activity, and quantitative structure-analysis relationship studies; *Journal of Medicinal Chemistry*, v. 45, p. 2720-2732, 2002.

WANG, R. et al. **Trifluoroacetic acid-catalyzed one-pot Mannich reactions: syntheses of piperidines and β -aminoketones via an imine-based three-component reaction.** *Tetrahedron Letters*, v. 48, p. 2071-2073, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água Subterrânea 36, 39, 40, 41, 42, 202, 207
Aldeídos Aromáticos 160, 161, 167
Análise Numérica 44, 45, 51
Aquecimento 43, 101, 111, 115, 137, 138, 148, 149, 228
Aquífero 30, 31, 34, 35
Associativismo 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 258

B

Biocontrole 119, 120

C

Cadastro Territorial 1, 3, 11
Células Solares 133, 137, 138, 143
Cinética de Secagem 109, 111, 112, 115, 116, 117
Classificação 32, 40, 152, 183, 184, 185, 186, 188, 192, 193, 197, 199
Comunidade 89, 137, 147, 162, 175, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258
Contaminação 29, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 201, 202, 227, 228, 231, 246
Correntes Atmosféricas 226, 227

D

Demarcação 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 256
Dispositivos Eletrônicos 93
Doença Fúngica 225, 227

E

Espectrofotometria 200, 202

F

Fenômeno Atmosférico 87, 227
Ferrugem Asiática 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 238, 239

H

Hidrodestilação 120, 122
Hidrogeologia 30, 32, 34, 42

I

Informação 31, 59, 60, 86, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 173, 179
Ionosfera 55, 56, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75

L

Larvicida 120, 121, 123, 125, 126, 128
Linha de Preamar Média 1
Lixo Eletrônico 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107

M

Malha Computacional 43, 45, 49, 52, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239
Marinha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Material Polimérico 170, 171, 177
Mercado Informal 88
Modelagem 13, 14, 28, 43, 45, 47, 52, 111, 117, 226
Modelagem Matemática 43, 47, 117, 226
Modelagem Numérica 13, 14, 28, 43
Multivariada 30, 31, 35, 39, 41, 200, 202

O

Óleo Essencial 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128
Óleo Fúsel 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248
Onda Eletromagnética 55, 59, 61, 64, 70, 75, 82, 87

P

Pedogênese 183, 184, 186, 199
Peneiras Moleculares 146, 148
Plantas Daninhas 200, 201, 227, 246, 247
Plataforma Continental 13
Plumas de Emissários 13
Polímeros 133, 136, 138, 139, 141, 143, 144, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 181, 261
Processamento 44, 45, 47, 48, 49, 52, 97, 109, 114, 137, 144, 181, 236, 241
Processo de Secagem 109, 110, 112, 114, 115
Processos Pedogenéticos 183, 185, 186, 191, 192, 194, 196, 199
Propriedades Medicinais 120

R

Reaproveitamento 105, 240, 246, 247
Região Costeira 13, 14

Resfriamento 43

Resíduos 47, 101, 103, 105, 106, 195, 240, 245, 273

S

Sílicas Mesoporosas 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158

Sistemas Dinâmicos 76

Sistemas Ópticos 76

Solventes Orgânicos 200, 202

T

Tecnologia 57, 60, 93, 95, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 239, 273

Terras Raras 133, 137, 138, 143, 259, 261, 262, 263, 268

Terrenos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12

U

Umidade 66, 77, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 123, 197, 198

V

Variabilidade Ambiental 183, 184

Vulnerabilidade 11, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41

 **Atena**
Editora

2 0 2 0