



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 2

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 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: Natália Sandrini
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)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
CAPÍTULO 2	15
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
CAPÍTULO 3	24
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
CAPÍTULO 4	35
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
CAPÍTULO 5	49
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
CAPÍTULO 6	59
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

CAPÍTULO 7	68
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
DOI 10.22533/at.ed.64819103097	
CAPÍTULO 8	78
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.64819103098	
CAPÍTULO 9	86
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.64819103099	
CAPÍTULO 10	94
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
DOI 10.22533/at.ed.648191030910	
CAPÍTULO 11	105
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
DOI 10.22533/at.ed.648191030911	

CAPÍTULO 12 116

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva
Vanessa Borges Vieira
Aline Aparecida Carvalho França
Talita Teixeira da Silva
Mayrla Letícia Alves de Oliveira
Roberta Yonara Nascimento Reis
Maria de Sousa Santos Bezerra
Fabiana Matos de Oliveira
José Milton Elias de Matos
Benedito dos Santos Lima Neto
José Luiz Silva Sá
Francielle Aline Martins

DOI 10.22533/at.ed.648191030912

CAPÍTULO 13 128

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima
Rafaella Costa Bonugli-Santos
Felipe Justiniano Pinto
Daniele da Luz Silva
Ana Letícia Fernandes
Renato Malveira Carreiro do Nascimento
Mariana Gabriely da Silva Menezes

DOI 10.22533/at.ed.648191030913

CAPÍTULO 14 138

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz
Bruno Borsatti Chagas

DOI 10.22533/at.ed.648191030914

CAPÍTULO 15 144

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Luanda Ferreira Floro da Silva
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.648191030915

CAPÍTULO 16 157

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão
Alfredo Quaresma da Silva Neto
Maria Aurora Santos da Mota

DOI 10.22533/at.ed.648191030916

CAPÍTULO 17 170

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva
Joyce Kelly do Rosário da Silva
Rosa Helena Veras Mourão
José Guilherme Soares Maia
Pablo Luis Baia Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.648191030917

CAPÍTULO 18 182

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos
Rafael Marcus Schwabe

DOI 10.22533/at.ed.648191030918

CAPÍTULO 19 195

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Rosemeire dos Santos Almeida
Ivanei Ferreira Pinheiro
Karen Segala
Walter Ricardo Brito
Marcos Akira d'Ávila

DOI 10.22533/at.ed.648191030919

CAPÍTULO 20 204

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo
Isaac Alves da Silva Freitas
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel
Ricardo Alves Maurício
Clédson Lucena de Araújo
Fiana Raissa Coelho Pereira
Eduardo Maurício Gadelha
Geovanna Maria Andrade de Oliveira
Lígia Raquel Rodrigues Santos
Matheus Monteiro da Silva
Raniere Fernandes Costa
Walesca Ferreira de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.648191030920

CAPÍTULO 21 214

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni^{II}(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)₂] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva
Yan Fraga da Silva
Manoel Henrique dos Santos Galvão
Thais Teixeira da Silva
Sâmia Dantas Braga
Maria das Dores Alves de Oliveira
Juliana Pereira da Silva
Cristina Vidal da Silva Neta
João Clécio Alves Pereira
Geraldo Eduardo da Luz Júnior
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior
Nouga Cardoso Batista

DOI 10.22533/at.ed.648191030921

CAPÍTULO 22 228

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva
Kelly das Graças Fernandes Dantas

DOI 10.22533/at.ed.648191030922

CAPÍTULO 23 241

AValiação da Secagem da Casca de Mangostão (*Garcinia mangostana* L.) em Diferentes Ambientes

Gabriela Nascimento Vasconcelos
Elza Brandão Santana
Rafael Alves do Nascimento
Elisangela Lima Andrade
Lorena Gomes Corumbá
Lênio José Guerreiro de Faria
Cristiane Maria Leal Costa

DOI 10.22533/at.ed.648191030923

CAPÍTULO 24 254

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.648191030924

CAPÍTULO 25 268

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira
Fernando Lopes Santana
Mario Luiz Pereira Souza
Renan Zuba Parrela
Saulo Fernando dos Santos Vidal

DOI 10.22533/at.ed.648191030925

CAPÍTULO 26	280
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
DOI 10.22533/at.ed.648191030926	
CAPÍTULO 27	286
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
DOI 10.22533/at.ed.648191030927	
CAPÍTULO 28	296
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaisson Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.648191030928	
CAPÍTULO 29	303
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
DOI 10.22533/at.ed.648191030929	
CAPÍTULO 30	316
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
DOI 10.22533/at.ed.648191030930	

CAPÍTULO 31	323
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante	
Máriele Josiane Fuchs	
Elizangela Weber	
Cláudia Maria Costa Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.648191030931	
CAPÍTULO 32	335
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa	
Ennio Willian Lima Silva	
DOI 10.22533/at.ed.648191030932	
CAPÍTULO 33	352
COMPUTATIONAL METHOD H_{∞} APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva	
Ivanildo Abreu	
Cristovam Filho	
DOI 10.22533/at.ed.648191030933	
CAPÍTULO 34	363
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro	
Fernanda Barbosa Damaceno	
DOI 10.22533/at.ed.648191030934	
CAPÍTULO 35	374
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
Aline Estefany Brandão Lima	
Roberta Yonara Nascimento Reis	
Maria Joseíta dos Santos Costa	
João Paulo Carvalho Moura	
Luis Jefferson da Silva	
Reginaldo da Silva Santos	
Laécio Santos Cavalcante	
Elson Longo da Silva	
Geraldo Eduardo da Luz Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.648191030935	
SOBRE O ORGANIZADOR	384
ÍNDICE REMISSIVO	385

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR $[Ni^{II}(N\text{-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA})_2]$ EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI
Teresina-PI

Yan Fraga da Silva

Departamento de Química, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP
Presidente Prudente-SP

Manoel Henrique dos Santos Galvão

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI
Teresina-PI

Thais Teixeira da Silva

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI
Teresina-PI

Sâmia Dantas Braga

Departamento de Química, Universidade Federal do Piauí-UFPI
Teresina-PI

Maria das Dores Alves de Oliveira

Departamento de Química, Universidade Federal do Piauí-UFPI
Teresina-PI

Juliana Pereira da Silva

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI
Teresina-PI

Cristina Vidal da Silva Neta

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI

Teresina-PI

João Clécio Alves Pereira

Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo-USP
São Carlos-SP

Geraldo Eduardo da Luz Júnior

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI
Teresina-PI

Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior

Departamento de Química, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP/SP
Presidente Prudente-SP

Nouga Cardoso Batista

Departamento de Química, Universidade Estadual do Piauí-UESPI
Teresina-PI

RESUMO: O complexo de níquel(II) da base de Schiff derivado da ciclooctilamina (1a) foi sintetizado: $[Ni^{II}(N\text{-salicilideno-ciclooctilamina})_2]$ (2a). A base de Schiff foi caracterizada por FTIR, UV-Vis e 1H -RMN. O complexo foi caracterizado por FTIR, UV-Vis e voltametria cíclica. Por modular a esfera de coordenação do complexo e modificar os efeitos estéricos e eletrônicos oferecidos pela base de Schiff, procuramos avaliar se esses efeitos podem alterar o controle e capacidade do complexo para polimerização de acetato de vinila (VAc)

e metacrilato de metila (MMA) via OMRP. As polimerizações foram iniciadas por azobisisobutironitrila (AIBN) a 55 °C e as melhores conversões foram obtidas usando a razão molar de $[Mon\acute{o}mero]/[AIBN]/[Ni] = 542/3/1$. Em ambas as polimerizações, o aumento linear de massas moleculares com a conversão, polímeros com baixas polidispersibilidades e a correlação linear de $\ln([M]_0/[M]_t)$ ao longo do tempo indicaram que a concentração de radicais permaneceu constante durante a polimerização mediada por $[Ni^{II}(N\text{-salicilideno-ciclooctilamina})_2]$.

PALAVRAS-CHAVE: Base de Schiff; Complexo de Níquel; Acetato de Vinila; Metacrilato de Metila; OMRP.

STUDY OF CATALYTIC RADICAL POLYMERIZATION MEDIATED $[Ni^{II}(N\text{-SALICYLIDENE-CICLOOCTILAMINA})_2]$ VINYL ACETATE AND METHYL METHACRYLATE

ABSTRACT: The nickel(II) complex of Schiff base derived from cyclooctylamine (1a), was synthesized: $[Ni^{II}(N\text{-salicylidene-cyclooctylamine})_2]$ (2a). The Schiff base was characterized by FTIR, UV–Vis, and $^1H\text{-NMR}$. The complex was characterized by FTIR, UV–Vis and cyclic voltammetry. By modulating the coordination sphere of these complex and modifying the steric and electronic effects offered by the Schiff base, we sought to assess whether these effects can alter the controlling capacity of complex. The radical polymerization of vinyl acetate (VAc) or methyl methacrylate (MMA) initiated by azobisisobutyronitrile (AIBN) at 55°C was conducted. The best conversions were obtained using a ratio of $[Monomer]/[AIBN]/[Ni] = 542/3/1$. In both polymerizations, the linear increase of molecular weights with the conversion, polymers with low polydispersities, and the linear correlation of $\ln([M]_0/[M]_t)$ over time indicated that the concentration of radicals remained constant during polymerization as mediated by $[Ni^{II}(N\text{-salicylidene-cyclooctylamine})_2]$.

KEYWORDS: Schiff base; nickel complex; vinyl acetate; methyl methacrylate; OMRP.

1 | INTRODUÇÃO

Em 1992 foi relatado o primeiro exemplo de OMRP por Wayland, usando complexos porfirínicos de ródio(II) (WAYLAND; POZMIK; FRYD, 1992), desde então a OMRP tem chamado atenção dos pesquisadores, principalmente quando são catalisadas por complexos de coordenação de Co existindo até uma polimerização específica para esse metal a Polimerização Radicalar Mediada por Cobalto (CMRP). Além do cobalto, sistemas baseados em titânio, rutênio, ferro, vanádio, cromo, molibdênio e níquel também foram relatados (SMITH; MCNEIL; ABD-EL-AZIZ, 2010; DEBUIGNE; JÉRÔME; DETREMBLEUR, 2017; POLI, 2015), até mesmo como alternativa de catalisadores mais baratos para OMRP, apresentando também bons resultados, pois suas características eletrônicas e estéricas podem ser moldadas

através da substituição dos ligantes na esfera de coordenação (ALFREDO et al., 2013; DIAZ et al., 2011).

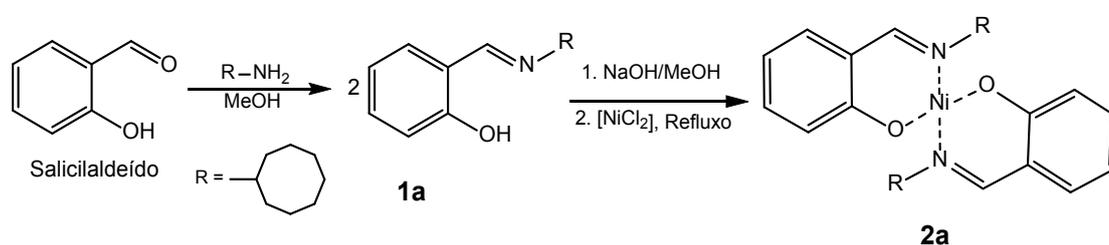
Na OMRP ocorre o processo de troca radicalar que permite um equilíbrio dinâmico entre os radicais livres em crescimento e as espécies dormentes, porém no caso dessa polimerização o complexo metálico é que atua como agente dormente no equilíbrio de ativação/desativação (GOTO e FUKUDA, 2004; HURTGEN et al., 2011). A OMRP pode ocorrer através de dois tipos distintos de mecanismo: mecanismo de terminação reversível (RT), o radical que se propaga é protegido e desativado reversivelmente pelo complexo metálico e o mecanismo de transferência degenerativa (DT), onde o complexo metálico é transferido de uma cadeia dormente, desprotegendo-a, para outra em propagação, protegendo-a (GOTO e FUKUDA, 2004; HURTGEN et al., 2011).

As bases de Schiff também conhecidas como iminas ou azometinas pertencem a uma classe de compostos orgânicos muito alterável e que possui uma variedade de substituintes (LI, et al., 2018; COLLINSON e FENTON, 1996; SONVESSO, 2017). Estas bases podem ser moderadamente instáveis e facilmente polimerizáveis quando derivadas de aldeídos alifáticos, ou serem ainda mais estáveis quando derivadas de aldeídos aromáticos por possuírem um sistema de conjugação eficaz (MATSUMOTO, 2013; MOHAMMED, 2011).

Com isso as bases de Schiff têm ganhado espaço e importância na química de coordenação (PRAKASH e ADHIKARI, 2011; GUPTA e SUTAR, 2008; SANGEETA, et al., 2018; AFONSO, et al., 2017), pois estão sendo cada vez mais utilizadas como ligantes para a formação de complexos com íons metálicos, principalmente metais de transição (BARFEIE, et al., 2018; KILINÇ, et al., 2018). Neste trabalho, propõe-se realizar um estudo da atividade do complexo de Ni(II) derivado de base de Schiff na síntese de polímeros via OMRP a partir de diferentes monômeros, e avaliar os resultados em função das características dos catalisadores, substratos e condições reacionais.

2 | EXPERIMENTAL

O complexo de níquel foi sintetizado a partir da reação de complexação entre o cloreto de níquel (NiCl_2) e o ligante *N*-Salicilideno-Ciclooctilamina (1a) desprotonado, numa proporção $[\text{Ni}]/[\text{L}] = 1:2$.



Estudos sobre a capacidade de controle da polimerização de acetato de vinila (VAc) e metacrilato de metila (MMA) para o complexo 2a foram realizados com AIBN como o iniciador sob a razão molar $[\text{Monômero}]/[\text{AIBN}]/[\text{Ni}]$ de 542/3/1. As reações foram realizadas a 55 °C durante 12 horas para o VAc e 6 horas para o MMA. As alíquotas foram retiradas sistematicamente da reação após certos intervalos de tempo e diluídas em tetraidrofurano (THF). A conversão do monômero foi acompanhada por cromatografia gasosa (CG) e os dados de distribuição de massa molecular foram obtidos através da cromatografia por permeação em gel (GPC).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A base de Schiff 1a o complexo de níquel 2a foram caracterizados por FTIR, UV-Vis, $^1\text{H-NMR}$. O espectro do ligante, e dos reagentes salicilaldeído e ciclooctilamina foram plotados juntamente (**Figura 1**) com o objetivo de comparar e correlacionar as principais bandas, investigando assim se a estrutura planejada foi obtida. A **Tabela 1** apresenta as principais bandas atribuídas.

No espectro do ligante sintetizado são destacadas duas bandas, que são O-H e C=N. A banda O-H apresentou baixa intensidade e foi identificada em 2726 cm^{-1} , porém possui um menor valor de número de onda quando comparada a banda O-H do salicilaldeído. A causa desse deslocamento é a interação que ocorre entre o hidrogênio presente na ligação O-H e o nitrogênio presente na ligação C=N, formando assim uma ligação de hidrogênio com o grupamento imina do ligante, gerando o deslocamento da banda para menor número de onda (IMRAN; IQBAL; LATIF, 2008; CISTERNA et al., 2017). A banda C=N foi identificada em 1627 cm^{-1} pertencente ao grupo azometina, é a banda de absorção que fornece maior indicativo para a formação desse ligante (IMRAN; IQBAL; LATIF, 2008; CISTERNA et al., 2017).

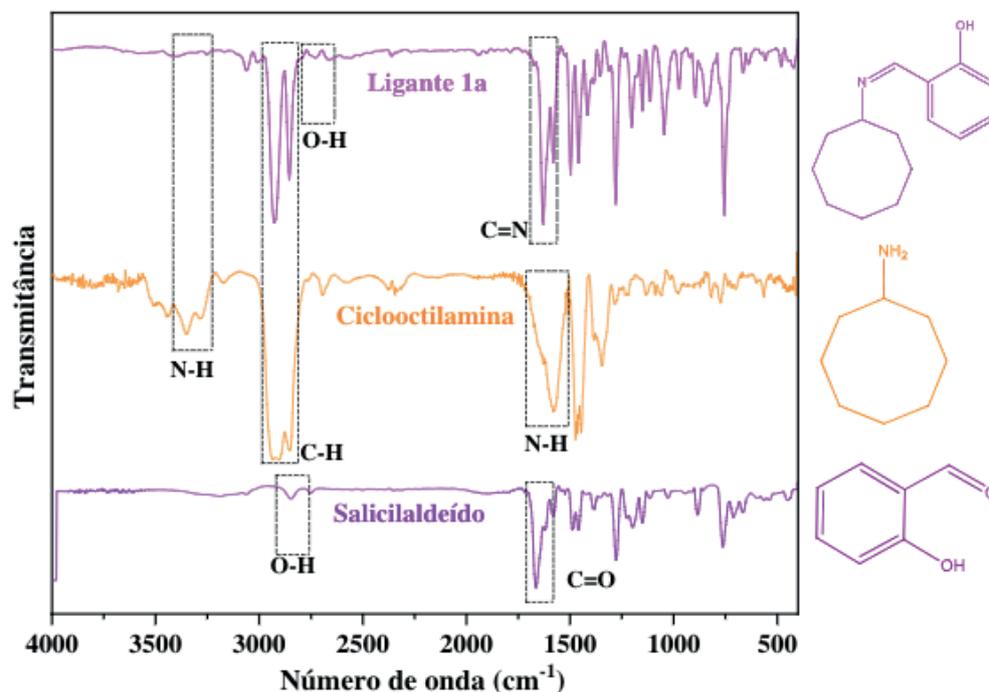


Figura 1. Espectro vibracional na região do infravermelho do ligante 1a, ciclooctilamina e salicilaldeído diluído em pastilha de KBr 1:100.

Composto	n(N-H)a	n(N-H)s	n(C=O)	n(C-H)	n(C=N)	n(O-H)
salicilaldeído	-	-	1663	-	-	2852
ciclooctilamina	3350	1579	-	2916	-	-
1a	-	-	-	2925	1627	2726

Tabela 1. Valores e atribuições das bandas características do espectro de absorção na região do infravermelho para os reagentes e ligante 1a. Os valores estão representados em número de ondas (cm^{-1}).

Realizou-se estudos de RMN de ^1H da base de Schiff em CDCl_3 , com o objetivo de confirmar a estrutura do ligante. A **Figura 2** mostra o espectro de RMN de ^1H do ligante 1a e na **Tabela 2** está sumarizado os valores de deslocamentos químicos obtidos do espectro com suas respectivas atribuições. Para comprovar a estrutura da molécula podemos contar com os sinais l e f pois são os H mais ácidos da molécula e mais desblindados devido estarem próximos de átomos eletronegativos (AFONSO, et al., 2017), confirmando então a estrutura proposta.

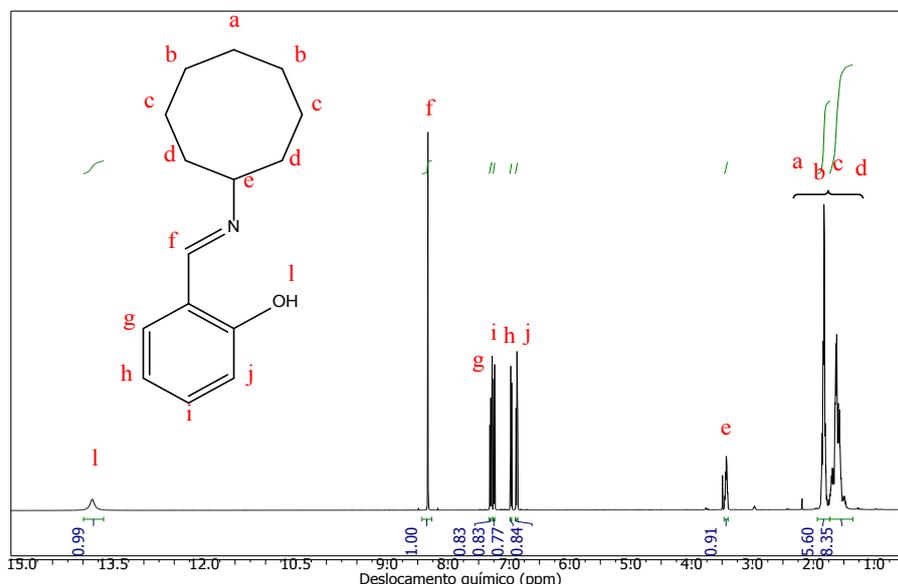


Figura 2. Espectro de RMN de ^1H do ligante 1a em CDCl_3 .

Ligante	Grupo	δ ^1H (ppm)/ (átomo)
1a	CH_2 Octil	1,45 - 1,90 (a-b-c-d) (14 H)
	CH-N Octil	3,40 - 3,45 (e) (1 H)
	CH Salicil	6,84 - 7,32 (j-h-i-g) (4 H)
	CH=N	8,3 (f) (1H)
	O-H Salicil	13,85 (l) (1H)

Tabela 2. Valores dos deslocamentos químicos para RMN de ^1H para o ligante 1a.

Foram feitas medidas de FTIR do ligante isolado e do complexo. Os espectros foram plotados juntamente para comparação e correlação das principais bandas presentes no ligante e complexo (**Figura 3**). Para compostos imínicos, uma das vibrações que fornece maior indicativo, tanto da formação do ligante quanto da possível coordenação dos nitrogênios ao centro metálico, é o estiramento da ligação do grupo azometina (C=N) (CISTERNA, et al., 2017; AMMAR, et al., 2017; CHANDRAKALA, et al., 2012). Outro forte indício da formação do complexo foi o desaparecimento da banda O-H , remetendo a total desprotonação do ligante fazendo com que o oxigênio se coordenasse completamente ao centro metálico. Outro fator que corrobora para complexação do ligante ao centro metálico através do oxigênio e nitrogênio é o aparecimento de bandas na região de 400 a 600 cm^{-1} este sinal pode ser atribuído a banda Ni-N e Ni-O (AMMAR, et al., 2017; SINGH, et al., 2014). A **Tabela 3** sumariza as principais bandas atribuídas.

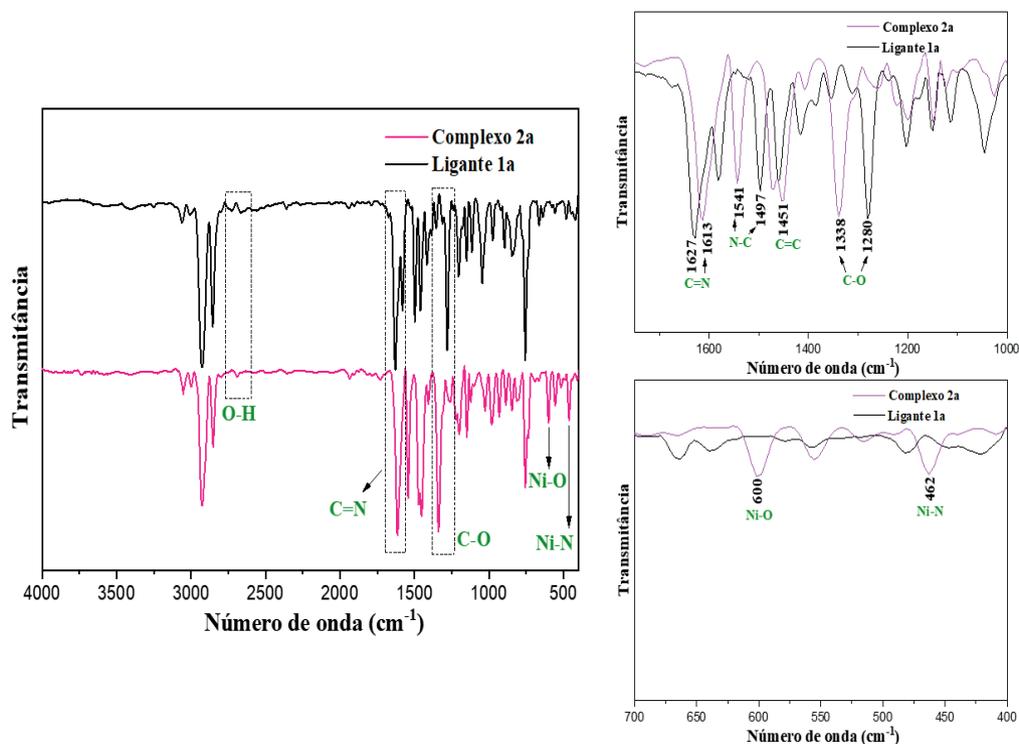


Figura 3. Espectro vibracional na região do infravermelho do ligante 1a e complexo 2a diluído em pastilha de KBr 1:100.

Composto	n(C-O)	n(C=N)	n(N-C)	n(O-H)	n(Ni-N)	n(Ni-O)
1a	1280	1627	1497	2728	-	-
2a	1338	1613	1541	-	462	600

Tabela 3. Valores e atribuições das bandas características do espectro de absorção na região do infravermelho para o ligante 1a e complexo 2a.

Para caracterização por espectroscopia no UV-Vis realizou-se a comparação dos espectros do ligante livre e do complexo (**Figura 4**) as bandas e suas respectivas atribuições estão sumarizadas na Tabela 4. O espectro eletrônico do ligante 1a apresenta fortes bandas de absorção na região ultravioleta (316 - 318 nm), que pode ser atribuída às transições intraligantes, que no caso deste ligante, pode estar encoberta (AFONSO, et al., 2017; BÖTTCHER, et al., 1997). No espectro eletrônico do complexo 2a, essa banda mostra um deslocamento hipsocrômico, as próximas bandas se apresentam na região do ultravioleta entre ca. 363 e 414 nm e são atribuídas a transferência de carga do metal para o ligante (MLCT) (BÖTTCHER, et al., 1997; ERDEM, et al., 2009). Esses resultados indicam a coordenação do ligante ao centro metálico. Na região entre 410 - 414 nm, as bandas de transição $d \rightarrow d$ são atribuíveis (CHANDRAKALA, et al., 2012; ERDEM, et al., 2009; ROTTHAUS, et al., 2006).

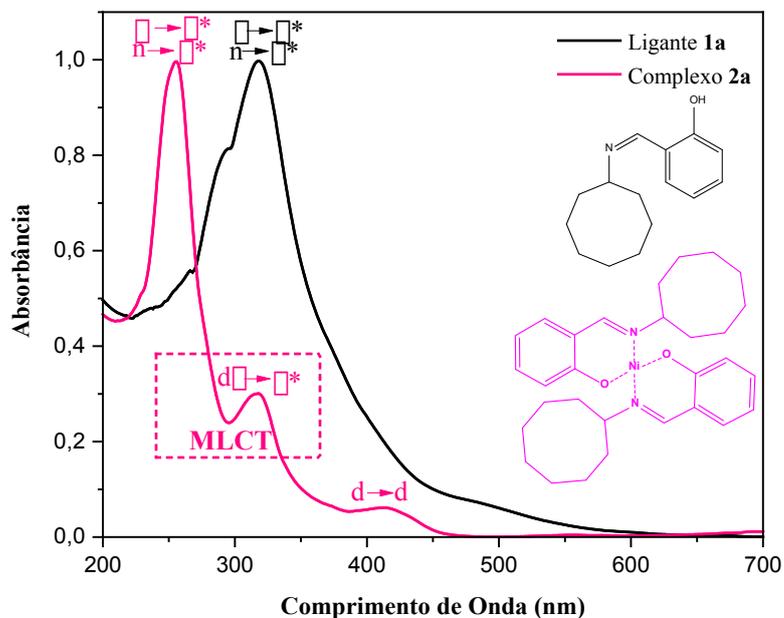


Figura 4. Espectros de absorção na região do UV-Vis para o ligante 1a e complexo 2a em CHCl_3 a 25 °C; $[\text{Ni}] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$.

Compostos	Bandas (nm) e Atribuições	
	Ligante	Complexo
1a-2a	318 ($\pi \rightarrow \pi^*$) / ($n \rightarrow \pi^*$)	247 ($\pi \rightarrow \pi^*$) / ($n \rightarrow \pi^*$)
		322 (MLCT) 413 ($d \rightarrow d$)

Tabela 4. Valores das bandas e atribuição características do espectro eletrônico na região do ultravioleta-visível para o ligante 1a e complexo 2a.

A eficiência mediadora de um complexo no controle da OMRP e de outras polimerizações depende, entre outras propriedades de um par redox de elétrons, por isso a importância do estudo deste por Voltametria Cíclica pois o equilíbrio de ativação/desativação das espécies participantes do mecanismo da polimerização pode estar diretamente relacionado ao equilíbrio redox que o complexo de níquel sofre ao ir para o estado de oxidação Ni^{3+} e voltar para o estado de redução Ni^{2+} (O'REILLY, et al., 2006).

O filme do complexo 2a foi eletrodepositado de acordo com o modelo potenciodinâmico. Na **figura 5** observamos um aumento da corrente de pico anódico e catódico com o aumento do número de ciclos devido ao crescimento do filme. Constatou-se um crescimento da separação do potencial de pico anódico-catódico (ΔE_p), esse comportamento indica uma diminuição da atividade eletroquímica do complexo 2a que prejudica a formação de camadas subsequentes (ZHANG, et al., 2012). Após o primeiro ciclo foi observado um decréscimo na corrente de pico, que pode ser avaliado pela diminuição da atividade redox do filme do complexo devido à oxidação irreversível do ligante (VILAS-BOAS, et al., 1997; ARDASHEVA, et al., 2004), à decomposição de solvente ou a outras reações de adsorção de intermediários

/ dímeros presentes na solução (COUPER; PLETCHER; WALSH, 1990).

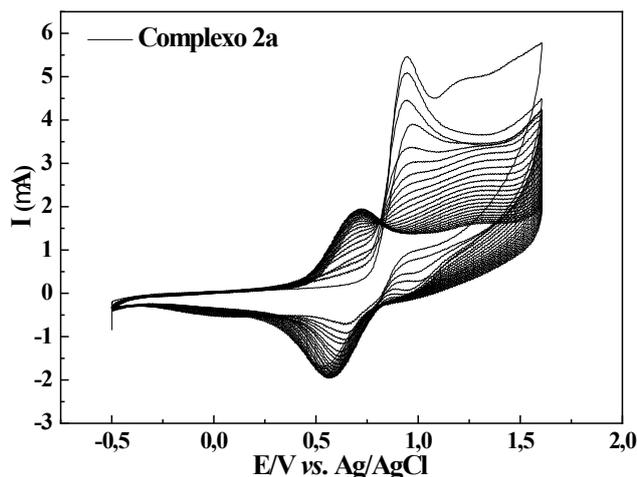


Figura 5. Voltamograma cíclico do complexo 2a em CH₂Cl₂ a 25 °C. [Ni] = 10 mM; [n-Bu₄NPF₆] = 0,1 M. Varredura anódica de -0,5 a 1,6 V e taxa de varredura de 100 mV s⁻¹.

Alguns critérios precisam ser correspondidos para que os processos eletroquímicos sejam considerados reversíveis. Um desses critérios é o cálculo da variação de energia potencial pela equação: $|\Delta E| = |E_{pa} - E_{pc}| = 0,059/n$, que precisa ser igual a $0,059/n$, onde n é o número de elétrons envolvidos no processo (AFONSO, et al., 2017; SAWYER; SOBKOWIAK; ROBERTS, 1995). Os valores do potencial de pico anódico (E_{pa}) e potencial de pico catódico (E_{pc}) foram de 0,721V e 0,553V respectivamente. Apesar do complexo 2a apresentar um processo redox atribuível ao par redox Ni(II)/Ni(III), de acordo com o valor obtido 0,168V do potencial de pico anódico-catódico (ΔE_p), o complexo analisado não possui processo eletroquímico reversível, este foi considerado como processo irreversível. Essa irreversibilidade pode estar relacionada à reorganização da esfera de coordenação, tal como isomerismo de ligação, ou uma mudança na estrutura do complexo no estado oxidado (RIGA, et al., 2017). Contudo apesar de não apresentarem comportamento reversível, essa condição é necessária, mas não suficiente para a eficiência na OMRP.

Com o objetivo de entender o comportamento do complexo frente a OMRP do acetato de vinila e metacrilato de metila, realizou-se uma otimização dos procedimentos de catálise em relação à razão monômero:iniciador:catalisador, tempo e temperatura de reação. Os resultados mais satisfatórios deste trabalho encontram-se na proporção [Monômero]/[AIBN]/[Ni] = 542/3,25/1.

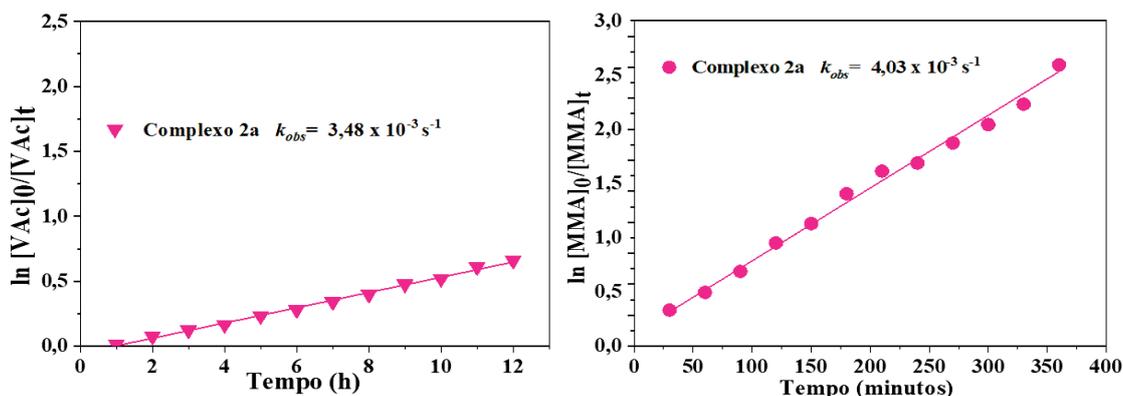


Figura 6. Gráfico de dependência do $\ln([Mon\hat{o}mero]_0/[Mon\hat{o}mero]_t)$ pelo tempo de polimerização OMRP de VAc (\blacktriangledown) e MMA (\bullet) com complexo 2a; $[Mon\hat{o}mero]/[AIBN]/[Ni] = 542/3/1$ com complexo in bulk a 55 °C.

Os estudos cinéticos de polimerização mediados pelo complexo 2a apresentam uma correlação linear de $\ln([Mon\hat{o}mero]_0/[Mon\hat{o}mero]_t)$ como função do tempo (**Figura 6**), com uma constante de taxa de pseudo-primeira ordem (k_{obs}) igual $3,48 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ para VAc (\blacktriangledown) e $4,03 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ para MMA (\bullet). Esse comportamento indica que a concentração de monômero pode ser considerada constante, de modo que a velocidade da polimerização depende apenas da concentração dos radicais que entram na reação. O perfil linear também indica que uma concentração constante de radicais propagantes ($[R\cdot]$) foi alcançada durante o curso da reação (RIGA, et al., 2017; LI, et al., 2008).

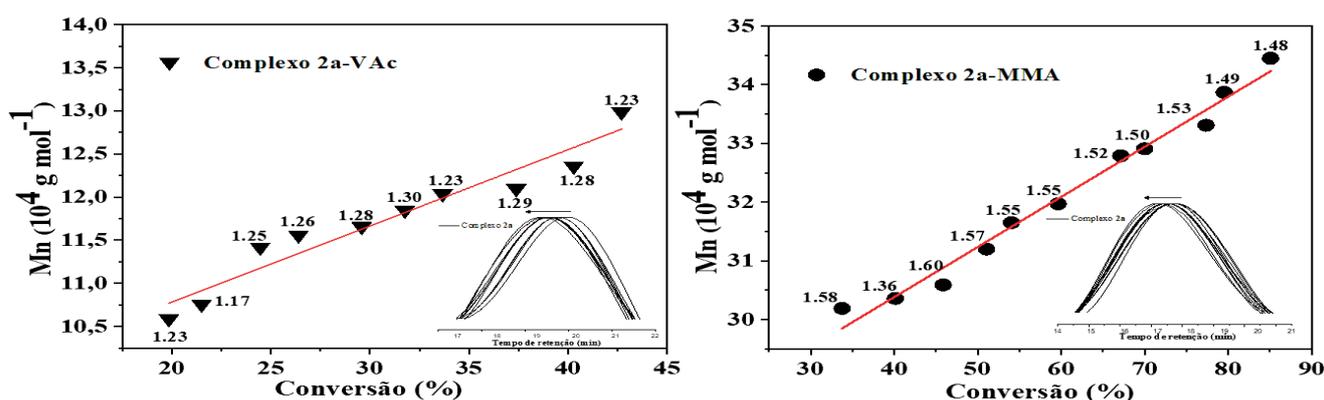


Figura 7. Gráfico da dependência do M_n com a conversão para OMRP de VAc (\blacktriangledown) e MMA (\bullet) com complexo 2a; $[Mon\hat{o}mero]/[AIBN]/[Ni] = 542/3/1$ com complexo in bulk a 55 °C.

O aumento linear da massa molecular com a conversão (**Figura 7**), em conjunto com IPDs para o VAc ilustra um certo nível de controle sobre a polimerização utilizando o complexo **2a** como mediador. Os IPDs foram relativamente baixos (média $\leq 1,3$), no entanto os pesos moleculares experimentais foram um pouco mais elevados que os valores teóricos (**Tabela 5**). As curvas de distribuição de peso molecular

foram monomodais ao longo da polimerização, isso pode ser atribuído ao número de cadeias radiculares crescentes que são maiores ou menores do que o esperado, resultando em um aumento/diminuição efetivo da concentração de monômeros.

Observa-se que houve um aumento linear no peso molecular com a conversão de MMA e valores moderados de IPDs (as curvas de distribuição de peso molecular foram monomodais) (**Figura 7**), o que é indicativo de polimerização controlada com complexo 2a. Os resultados de IPD com MMA como monômero não indicam um controle perfeito da reação com valores entre 1,4 e 1,5 no entanto, o aumento dos valores de M_n sugere que os complexos são capazes de evitar a quebra da cadeia que poderia eventualmente dar origem a polímeros com pesos moleculares mais baixos (RIGA, et al., 2017; MATYJASZEWSKI e XIA, 2001). Os pesos moleculares foram superiores aos valores teóricos.

Complexo 2a-VAc				Complexo 2a-MMA			
Tempo (h)	$M_{n(te)}(10^4)$	$M_{n(exp)}(10^4)$	IPD	Tempo (min)	$M_{n(te)}(10^4)$	$M_{n(exp)}(10^4)$	IPD
1	5,81	9,03	1,22	30	16,40	30,08	1,57
2	6,93	10,23	1,23	60	17,94	30,19	1,58
3	7,54	10,59	1,23	90	21,32	30,36	1,36
4	8,17	10,76	1,17	120	24,36	30,59	1,60
5	9,30	11,42	1,25	150	27,12	31,20	1,57
6	10,03	11,56	1,26	180	28,72	31,65	1,55
7	11,24	11,66	1,28	210	31,68	31,97	1,55
8	12,07	11,85	1,30	240	35,66	32,79	1,52
9	12,80	12,04	1,23	270	37,19	32,91	1,50
10	14,21	12,10	1,29	300	41,09	33,31	1,53
11	15,32	12,36	1,28	330	42,26	33,87	1,49
12	16,23	12,99	1,23	360	45,20	34,45	1,48

Tabela 5. Valores de M_n (th), M_n (exp) e IPD no tempo de reação para a OMRP de VAc e MMA com complexo 2a; $[Mon\acute{o}mero]/[AIBN]/[Ni]= 542/3/1$ com de complexo in bulk a 55 °C.

$$M_{n,te} = [VAc]_0/[Co]_0 \times MW(monomer) \times conv (\%).$$

REFERÊNCIAS

AFONSO, M. B. A.; CRUZ, T. R.; SILVA, Y. F.; PEREIRA, JOÃ. CLÉ. A.; MACHADO, A. E. H.; GOI, B. E.; LIMA-NETO B. S.; CARVALHO-JR V. P. **Ruthenium(II) complexes of Schiff base derived from cycloalkylamines as pre-catalysts for ROMP of norbornene and ATRP of methyl methacrylate.** Journal of Organometallic Chemistry, v. 851, p. 225-234, 2017.

ALFREDO, N. V.; AGUILAR-LUGO, C.; GONZALEZ, O. D.; LE LAGADEC, R.; ALEXANDROVA, L. **Cyclometalated Ruthenium(II) Complex as a Versatile Catalyst for Living/Controlled Radical Polymerization of Hydrophobic and Hydrophilic Monomers.** Macromol. Symp., p. 10–20, 2013.

AMMAR, R. A.; ALAGHAZ, A. -N. M. A.; ZAYED, M. E.; AL-BEDAIR, L. A. **Synthesis, spectroscopic, molecular structure, antioxidant, antimicrobial and antitumor behavior of Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes of O2N type tridentate chromone-2-carboxaldehyde Schiff's base ligand.** Journal of Molecular Structure, v. 1141, p. 368-381, 2017.

ARDASHEVA, L. P.; VOVK, G. V.; PCHELOVA, L. G.; SHAGISULTANOVA, G. A. **Anodic electrochemical polymerization of complexes [Ni(Salpn-1,3)] and [Cu(Salpn-1,3)]**. Russ. J. Appl. Chem., v. 77, p. 1962, 2004.

BARFEIE, H.; GRIVANI, G.; EIGNER, V.; DUSEK, M.; KHALAJI, A.D. **Copper(II), nickel(II), zinc(II) and vanadium(IV) Schiff base complexes: Synthesis, characterization, crystal structure determination, and thermal studies**. Polyhedron, v. 146, p. 19-25, 2018.

BÖTTCHER, A.; TAKEUCHI, T.; HARDCASTLE, K. I.; MEADE, T. J.; GRAY, H. B.; WIKEL, D. C.; KAPON, M.; DORI, Z. **Spectroscopy and electrochemistry of cobalt(III) schiff base complexes**. Inorganic Chemistry, v. 36, n. 12, p. 2498-2504, 1997.

CHANDRAKALA, M.; NANJE GOWDA, N. M.; MURTHY, K. G. S.; NAGASUNDARA, K. R. **Activation of – N=CH – bond in a Schiff base by divalent nickel monitored by NMR evidence**. Magnetic Resonance in Chemistry, v. 50, p. 335-340, 2012.

CISTERNA, J.; ARTIGAS, V.; FUENTEALBA, M.; HAMON, P.; MANZUR, C.; DORCET, V.; HAMON, J-R.; CARRILLO, D. **Nickel(II) and copper(II) complexes of new unsymmetrically-substituted tetradentate Schiff base ligands: Spectral, structural, electrochemical and computational studies**. Inorganica Chimica Acta, v. 462, p. 266–280, 2017.

COLLINSON, S. R.; FENTON, D. E. **Metal complexes of bibracchial Schiff base macrocycles**. Coordination Chemistry Reviews, v. 148, p. 19-40, 1996.

COUPER, A.M.; PLETCHER, D.; WALSH, F.C. **Electrode materials for electrosynthesis**. Chem. Rev., v. 90, p. 837, 1990.

DEBUIGNE, A; JÉRÔME, C.; DETREMBLEUR, C. **Organometallic-mediated radical polymerization of ‘less activated monomers’: Fundamentals, challenges and opportunities**. Polymer, v. 115, p. 285-307, 2017.

DIAZ, M. O. G.; MORALES, S. L.; LE LAGADEC, R.; ALEXANDROVA, L. **Homogeneous Radical Polymerization of 2-Hydroxyethyl Methacrylate Mediated by Cyclometalated Cationic Ruthenium(II) Complexes with PF₆ -and Cl- in Protic Media**. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, v. 49, p. 4562–4577, 2011.

ERDEM, E.; SARI, E. Y.; KILINÇARSLAN, R.; KABAY, N. **Synthesis and characterization of azo-linked Schiff bases and their nickel(II), copper(II), and zinc(II) complexes**. Transition Metal Chemistry, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2009.

GOTO, A.; FUKUDA, T. **Kinetics of living radical polymerization**. Progress in Polymer Science, v. 29, n. 4, p. 329-385, 2004.

GUPTA, K.C.; SUTAR, A. K. **Catalytic activities of Schiff base transition metal complexes**. Coord. Chem. Rev. v. 252, p. 1420-1450, 2008.

HURTGEN, M.; DETREMBLEUR, C.; JÉRÔME, C.; DEBUIGNE, A. **Insight into organometallic-mediated radical polymerization**. Polym Rev, v. 51, p. 188-213, 2011.

IMRAN, M.; IQBAL, J.; LATIF, S. **Synthesis, Characterization and Biological Properties of p-Nitrosalicylidene Aniline and its Complexes with Ni(II), Co(II), Cu(II), and Zn(II)**. Journal of the Chemical Society of Pakistan, v. 30, n. 4, p. 594-598, 2008.

KILINÇ, D.; ŞAHİN, Ö. **Synthesis of polymer supported Ni (II)-Schiff Base complex and its usage as a catalyst in sodium borohydride hydrolysis**. International Journal of Hydrogen Energy (2018), doi:doi.org/10.1016/ j.ijhydene.2018.02.023.

LI, S.; DE BRUIN, B.; PENG, C. H.; FRYD, M.; WAYLAND, B. B., **Exchange of Organic Radicals with Organo-Cobalt Complexes Formed in the Living Radical Polymerization of Vinyl Acetate**. J. Am. Chem. Soc., v. 130, n. 40, p. 13373-13381, 2008.

LI, X.; ZHANG D.; LIU, Z.; XU, Y.; WANG, D. **Synthesis, Characterization of a Ternary Cu(II) Schiff Base Complex with Degradation Activity of Organophosphorus Pesticides**. Inorganica Chimica Acta, v. 471, n. 24, p. 280-289, 2018.

MATSUMOTO, M. Y. **Síntese, caracterização, atividade antineoplásica e catalítica de complexos de níquel (II) derivados de bases de schiff**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2013, 74 f.

MATYJASZEWSKI, K.; XIA, J. **Atom Transfer Radical Polymerization**. Chem. Rev., v. 101, n. 9, p. 2921-2990, 2001.

MOHAMMED, M. Q. **Synthesis and characterization of new Schiff bases and evaluation as Corrosion inhibitors**. Journal of Basrah Researches Sciences, v. 37, n. 4, p. 116-130, 2011.

O'REILLY R.K. et al. **Nickel(II) α -diimine catalysts for the atom transfer radical polymerization of styrene**. Inorganica Chimica Acta, v. 359, p. 4417-4420, 2006.

POLI, R. **New Phenomena in Organometallic-Mediated Radical Polymerization (OMRP) and Perspectives for Control of Less Active Monomers**. Chem. Eur. J., v. 21, p. 6988–7001, 2015.

PRAKASH, A.; ADHIKARI, D. **Application of Schiff bases and their metal complexes-A Review**. International Journal of ChemTech Research, v. 3, n. 4, p. 1891-1896, 2011.

RIGA, B. A.; NEVES, M. D.; MACHADO, A. E. H.; ARAÚJO, D. M. S.; SOUZA, J. R.; NASCIMENTO, O. R.; SANTANA, V. T.; CAVALHEIRO, C. C. S.; CARVALHO-JR, V. P.; GOI, B. E. **Synthesis of cobalt(II)- α -diimines complexes and their activity as mediators in organometallic mediated radical polymerization of vinyl acetate**. Inorg. Chim. Acta, v. 471, p. 620, 2017.

ROTHHAUS, O.; THOMAS, F.; JARJAYES, O.; PHILOUZE, C.; SAINT-AMAN, E.; PIERRE, J. L. **Valence Tautomerism in Octahedral and Square-Planar Phenoxyl–Nickel(II) Complexes: Are Imino Nitrogen Atoms Good Friends?**. Chem. Eur. J., v. 12, p. 6953–6962, 2006.

SANGEETA, S.; AHMAD, K.; NOORUSSABAH, N.; BHARTI, S.; MISHRA, M. K.; SHARMA, S. R.; CHOUDHARY, M. **Synthesis, crystal structures, molecular docking and urease inhibition studies of Ni(II) and Cu(II) Schiff base complexes**. Journal of Molecular Structure, v. 1156, p. 1-11, 2018.

SAWYER, D. T., SOBKOWIAK, A., ROBERTS JR., J. L., **Electrochemistry for Chemists**, 2 ed, Hoboken: Wiley Interscience, 1995.

SINGH, V. P.; SINGH, S.; SINGH, D. P.; TIWARI, K.; Mishra, M. **Synthesis, spectroscopic (electronic, IR, NMR and ESR) and theoretical studies of transition metal complexes with some unsymmetrical Schiff bases**. Journal of Molecular Structure, v. 1058, p. 71–78, 2014.

SMITH, K. M.; MCNEIL, W.S.; ABD-EL-AZIZ, A.S. **Organometallic-Mediated Radical Polymerization: Developing Well-Defined Complexes for Reversible Transition Metal- Alkyl Bond Homolysis**. Macromol. Chem. Phys. v. 211, p. 10-16, 2010.

SONVESSO, C. S. M. **Filmes finos de complexos metálicos: efeito da arquitetura supramolecular na aplicação de eletrodos modificados como sensores para catecolaminas**. 2017. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2017, 154 f.

VILAS-BOAS, M.; FREIRE, C.; CASTRO, B.; CHRISTENSEN, P. A.; HILLMAN, A. R. **New Insights**

into the Structure and Properties of Electroactive Polymer Films Derived from [Ni(salen)]. Inorganic Chemistry, v. 36, n. 22, p. 4919, 1997.

WAYLAND, B. B.; POZMIK, G.; FRYD, M. **Mettalloradical reactions of rhodium(II) porphyrins with acrylates: reduction, coupling, and photopromoted polymerization.** Organometallics, v. 11, n. 11, p. 3534-3542, 1992.

ZHANG, Y. K.; LI, J. L.; GAO, F.; KANG, F. Y.; WANG, X. D.; YE, F.; YANG, J. **Electropolymerization and electrochemical performance of salen-type redox polymer on different carbon supports for supercapacitors.** Electrochim. Acta, v. 76, p. 1., 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

K

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

L

Lama abrasiva 59, 60

M

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

N

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

O

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

P

Polimerização Radicalar 215

R

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

S

Smart Cities 280

T

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-641-6

