



**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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
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	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
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	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
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	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
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	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
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	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite Marcos Vinícius Cândido Henriques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103097</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>78</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103098</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103099</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>94</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030910</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>105</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030911</b>	

**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<sup>II</sup>(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)<sub>2</sub>] 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**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>280</b>
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>286</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030927</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>296</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030928</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>303</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>316</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030930</b>	

<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>323</b>
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante	
Máriele Josiane Fuchs	
Elizangela Weber	
Cláudia Maria Costa Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>335</b>
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa	
Ennio Willian Lima Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>352</b>
COMPUTATIONAL METHOD $H_{\infty}$ APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva	
Ivanildo Abreu	
Cristovam Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>363</b>
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro	
Fernanda Barbosa Damaceno	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030934</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>374</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>384</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>385</b>

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

**Thais Teixeira da Silva**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina - PI

**Vanessa Borges Vieira**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina - PI

**Aline Aparecida Carvalho França**

Universidade Federal do Piauí  
Teresina – PI

**Talita Teixeira da Silva**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina - PI

**Mayrla Letícia Alves de Oliveira**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina - PI

**Roberta Yonara Nascimento Reis**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina – PI

**Maria de Sousa Santos Bezerra**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina – PI

**Fabiana Matos de Oliveira**

Universidade Federal do Piauí  
Teresina – PI

**José Milton Elias de Matos**

Universidade Federal do Piauí  
Teresina – PI

**Benedito dos Santos Lima Neto**

Instituto de Química de São Carlos  
São Carlos - SP

**José Luiz Silva Sá**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina – PI

**Francielle Aline Martins**

Universidade Estadual do Piauí  
Teresina - PI

**RESUMO:** A molécula de Kavain é o componente majoritário entre as cavalactonas presente em *Piper methysticum* G. Forster, apresenta atividades farmacológicas tais como: anticonvulsivas, analgésicas, ansiolíticas, antiepilépticos, antitrombóticas, anti-inflamatórias, antioxidante e mecanismos de ação psicotrópica. O que leva ao interesse de sintetizar compostos a partir desta molécula, que poderão apresentar uma atividade melhorada. Dado seu amplo interesse pela medicina, este trabalho propôs sintetizar, via metátese de olefinas, estes compostos. As sínteses foram realizadas utilizando o catalisador de Grubbs 2<sup>a</sup> geração sob condições variáveis de temperatura, tempo e proporções de catalisador:Kavain. Os resultados foram analisados por Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM). Observaram-se os produtos esperados com proporção de catalisador:substrato de 1:1

mol, nas condições de 50°C por 48 e 96h. A conversão de substrato para a formação do estilbeno foi maior que para formação do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), os dois produtos obtidos. É possível que o baixo rendimento do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), ocorreu devido a reatividade dos grupos oxigenados da parte metoxi-pirona do Kavain que ao aproximar-se do metal-carbeno, coordenou-se ao centro metálico simultaneamente à olefina. Formando um intermediário mais estável e menos favorável a formação do produto. A catálise deste trabalho foi interpretada relacionando às características do catalisador e substrato, especialmente eletrônicas e estéricas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Kavain, metátese, cavalactonas, catálise.

## SELF METATHESIS OF DL-KAVAIN, RELATION BETWEEN CATALYTIC ACTIVITY AND STERIC IMPEDIMENTO OF THE SUBSTRATE

**ABSTRACT:** The Kavain molecule is the major component among the cavalactones present in Kava (*Piper methysticum* G. Forst), exhibits different pharmacological activities, including: anticonvulsive, analgesic, anxiolytic, antiepileptic, antithrombotic, anti-inflammatory, antioxidant and pscycotropic action mechanisms. What brings us to the interest of synthesizing compounds from this molecule, which may present an improved activity. Given its wide interest in medicine, this work proposed synthesizing, via olefin metathesis, these compounds. The syntheses were performed using the Grubbs 2nd generation catalyst under variable conditions of temperature, time and proportions of catalyst: Kavain. The results were analyzed by Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS). The expected products with catalyst: substrate proportion of 1: 1 mol were observed under conditions of 50 ° C for 48 and 96 hours. The conversion of substrate to the formation of stilbene was higher than for formation of bis (4-methoxy-6-vinyl-2H-pyrone), the two products obtained. It is possible that the low yield of bis (4-methoxy-6-vinyl-2H-pyrone), it was due to the reactivity of oxygen groups of the methoxy-pyrone part of Kavain which, when approaching metal-carbene, was coordinated to the metal center simultaneously with the olefin. Forming a more stable intermediate and less favorable formation of the product. The catalysis of this work was interpreted relating to the characteristics of the catalyst and substrate, mainly electronic and steric.

**KEYWORDS:** Kavain, metathesis, kavalactones, catalysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

Desde os primórdios das civilizações mais antigas, o homem busca nas plantas recursos terapêuticos para tratar suas enfermidades. O conhecimento e manejo dessas plantas pela população proporcionou o surgimento dos medicamentos fitoterápicos, dentre essas, destaca-se o *Piper methysticum* G. Forster, popularmente conhecido como Kava, Kava-Kava, raiz-Kava, awa, entre outras denominações

(BARBOSA et al., 2013; MARTIN et al., 2014; SHOWMAN et al., 2015).

Kava, é uma planta cultivada no Pacífico Sul, pertencente à família *Piperaceae* (MARTIN et al., 2014; SHOWMAN et al., 2015). Inicialmente usada apenas em rituais religiosos, devido sua capacidade de tornar as pessoas mais relaxadas, porém nos anos 80, foi introduzida nas comunidades aborígenes da Austrália onde tornou-se uma droga de abuso pela ausência de um controle ritualístico de seu consumo, sendo assim usada para fins espirituais, medicinais e recreativos (SINGH e SINGH, 2002). Entre os anos de 1999 a 2002, esteve entre os 10 medicamentos fitoterápicos mais vendidos no Brasil, sendo utilizado no tratamento de ansiedade e insônia, é conhecido como Ansiopax®, Laitan®, Kavasedon® (CORDEIRO et al., 2005; TUROLA e NASCIMENTO, 2006).

No rizoma desta planta estão presentes as cavactonas, os principais componentes responsáveis pelos efeitos farmacológicos de Kava. Embora Kava possua 18 cavactonas conhecidas, 96% da atividade biológica é atribuída a seis destas: Kavain, Dihidrocavain, Metisticina, Dihidrometisticina, langonina e a Desmetoxiangonina (LEBOT e LÉVESQUE, 1989). Entre os seis componentes majoritários, Kavain (Figura 1) se destaca por estar presente em maior quantidade nos extratos de Kava (CHUA et al., 2016).

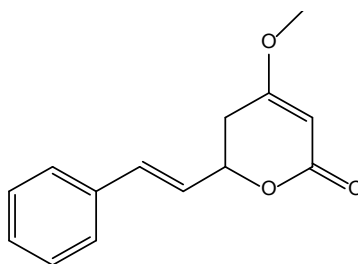


Figura 1. Estrutura química da cavactona Kavain. Fonte: CHUA et al., 2016.

Estudos *in vivo* e *in vitro* demonstraram que atividades farmacológicas e mecanismos de ação da Kavain apresentam propriedades anticonvulsivas (GLEITZ et al., 1996), analgésicas (KORMAN et al., 2012), ansiolíticas (SMITH et al., 2001; CHUA et al., 2016), antiepilépticas (GRUNZE et al., 2001), antitrombóticas (GLEITZ et al., 1997) e potencial uso no tratamento de doenças osteolíticas (GUO et al., 2018). Além dessas propriedades, estudos recentes de Sing et al. (2018), demonstraram efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes de Kavain e enfatizam a ação protetora contra a adipogênese a partir da diminuição dos níveis de citocinas pró-inflamatórias, especificamente TNF- $\alpha$  (Fator de Necrose Tumoral Alfa), e redução do estresse oxidativo associado à formação de espécies reativas de oxigênio (ERO). Tang e Amar (2016), também realizaram estudos que demonstraram a propriedade anti-inflamatória de Kavain em diferentes tipos de células inclusive em macrófagos primários.

Diante do potencial farmacológico da Kavain, é de grande interesse sintetizar compostos a partir dessa molécula que poderão apresentar maior atividade biológica. Na última década, a metátese de olefinas tornou-se um importante método sintético para produção de compostos insaturados a partir da formação de ligações duplas entre duas moléculas contendo ligações duplas carbono-carbono (IVIN e MOL, 1997; FREDERICO et al., 2005). O desenvolvimento de novos compostos de forma simples, eficiente e em menor número de etapas, faz das reações de metátese uma atraente alternativa, além da grande variedade de materiais de partida e atividade dos catalisadores, sendo assim uma reação muito utilizada em sínteses orgânicas, na química medicinal e na química de polímeros (HOVEYDA e ZHUGRALIN, 2007; JOHNS et al., 2016).

Entre os tipos de reações de metátese, temos a autometátese, que permite a produção de olefinas altamente funcionalizadas de cadeias maiores a partir da reação entre duas moléculas de alqueno idênticas, esse processo é catalisado por compostos carbênicos de metais de transição, como por exemplo o catalisador de Grubbs de 2ª geração, também conhecido como 'G2', ilustrado na Figura 2 (GRUBBS, 2004; SWIFT, 2004). Esse catalisador apresenta maior estabilização à espécie catalítica rutênio-fosfina, sendo assim mais ativo para olefinas tri e tetrasubstituídas quando comparados aos complexos da primeira geração (GRUBBS, 2004; THOMAS e MARVEY, 2016).

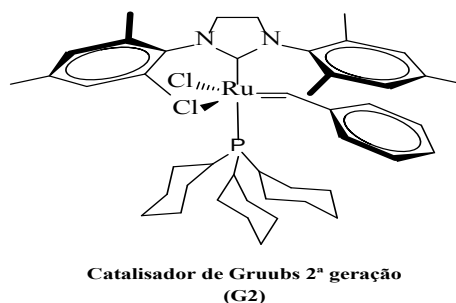


Figura 2. Catalisador de Grubbs de segunda geração.

Fonte: GRUBBS, 2004.

Dado enorme potencial da Kavain na medicina, o presente estudo propôs realizar à autometátese dessa molécula com intuito de obter novos compostos com maior/igual propriedades/potencial farmacológicas.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Autometátese

Todas as reações aconteceram em atmosfera de Nitrogênio (N<sub>2</sub>). Em um balão



de 50 mL foi adicionado DL-Kavain e solubilizada em clorofórmio PA. Em seguida o sistema foi acondicionado por técnica de Shlenk. Então, adicionou-se o catalisador de Grubbs 2<sup>o</sup> geração (G2). A mistura reacional permanece em agitação constante sob sistema de refluxo num banho de óleo termostátizado. Após determinado tempo, a mesma foi terminada pela adição de etilvinil éter para desativação do catalisador. O produto foi analisado por RMN de <sup>1</sup>H e CG-EM conforme for necessário. Inicialmente as reações aconteceram à temperatura ambiente (TA), com relações equivalentes de catalisador:substrato e tempo de 24 h. Em outros ensaios, houveram variações de condições reacionais.

## 2.2 Caracterizações

### 2.2.1 Cromatografia Gasosa acoplada ao espectrômetro de massa (CG-EM)

As análises de CG-EM foram realizadas em um cromatógrafo Shimadzu QP2010-SE equipado com uma coluna Rtx<sup>®</sup>-5MS de 30m. Como gás de arraste utilizou-se o Hélio. A análise com o detector de massa foi realizada, com o tempo de aquisição de 40 min, o programa utilizado foi o *GCMS solutions* que possui uma biblioteca para detecção do composto.

### 2.2.2 Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN)

Os espectros de RMN de <sup>1</sup>H, foram obtidos utilizando o equipamento Bruker DRX- 400 de 9.4 T. Os deslocamentos químicos obtidos foram reportados em PPM relativo ao TMS. As amostras foram preparadas em atmosfera inerte, utilizando clorofórmio deuterado CDCl<sub>3</sub> como solvente.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metátese de olefina da DL-Kavain (tratado aqui como Kavain) foi realizada utilizando o catalisador de Grubbs de 2<sup>a</sup> geração (G2). Na Figura 3 está ilustrada a reação de metátese da Kavain (**1**) e os dois produtos esperados, denominados bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) (**2**) e o estilbeno (**3**).

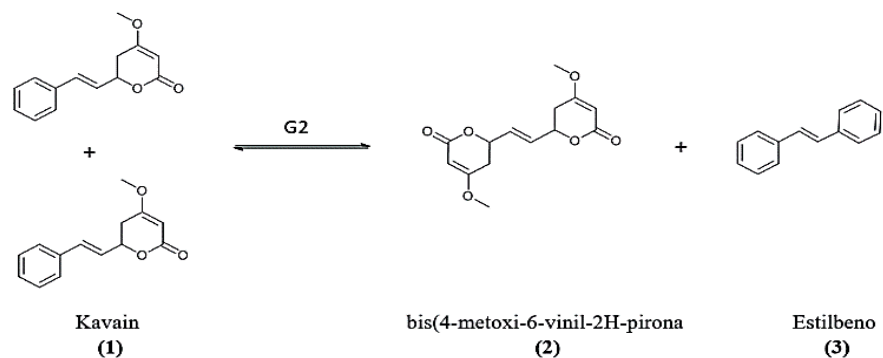


Figura 3. Reação de autometátese da Kavaïn.

Fonte: Própria dos autores.

As reações de sínteses foram aperfeiçoadas por modificações no processo catalítico, tais como: temperatura de reação, razão catalisador:substrato, tempo e volume do solvente, assim como mostrado na Tabela 1.

Catalisador:substrato (mol)	Temperatura	Tempo	Produto formado/ Rendimento %
1:10	25°C	24h	--
	50°C		--
1:100	25°C	24h	--
	50°C		--
	25°C	48h	--
	50°C		--
1:1	25°C	24h	--
	50°C		--
	25°C	48h	--
	50°C		bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) / 10% e o estilbeno/25%
	25°C		--
50°C	96h	bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) / <15% e o estilbeno/35%	

Tabela 1. Variações das condições reacionais e produtos formados.

As sínteses realizadas com proporção catalisador:substrato de 1:10 e 1:100 mol não apresentaram produtos desejados, somente o pico referente ao substrato.

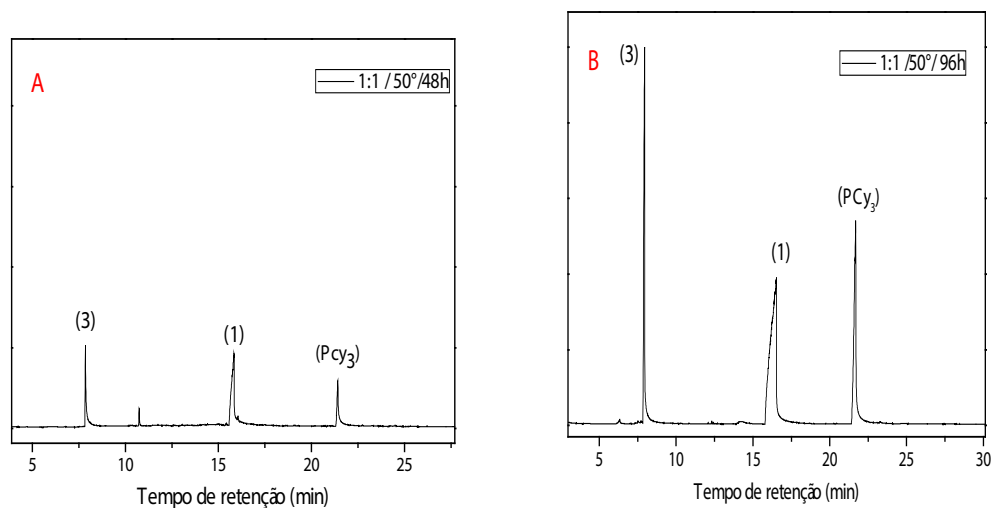


Figura 4. Cromatograma de CG-EM da mistura resultante a partir da metátese da Kavain, condições de: substrato/catalisador 1:1 mol, 50°C por 48h (A) e 50°C por 96h (B).

Na síntese realizada a 50°C por 48h e razão 1:1 mol, Figura 4 (A), os picos em cerca de 8, 16 e 21 min são referentes ao estilbeno (3), Kavain (1) e triciclohexilfosfina ( $PCy_3$ ), respectivamente. A  $PCy_3$  é um ligante do catalisador G2, que devido seu tamanho exerce impedimento estérico tal que ocasiona sua descoordenação do centro metálico, gerando um sítio ligante para a coordenação da olefina; iniciando a reação de metátese. Por isso um dos sinais observados no cromatograma é da própria  $PCy_3$ .

Por 48h, estilbeno (3) aparece com cerca de 24% e Kavain (1) com cerca de 75% de rendimento. Mantendo-se a temperatura de 50°C e razão de 1:1 mol, nas reações por 96h, Figura 4 (B), pode-se observar que estilbeno (3) e Kavain (1) aparecem com cerca de 32% e 68% na mistura, respectivamente. A análise de CG-EM da reação de metátese da Kavain a 50 °C e proporção 1:1 mol, por menores tempos reacionais que 48h, não apresentaram picos de nenhum produto. O produto bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) (2) não foi observado nas análises por cromatografia em nenhuma condição estudada.

Na Figura 5 está ilustrado o mecanismo da reação de autometátese da Kavain por G2.

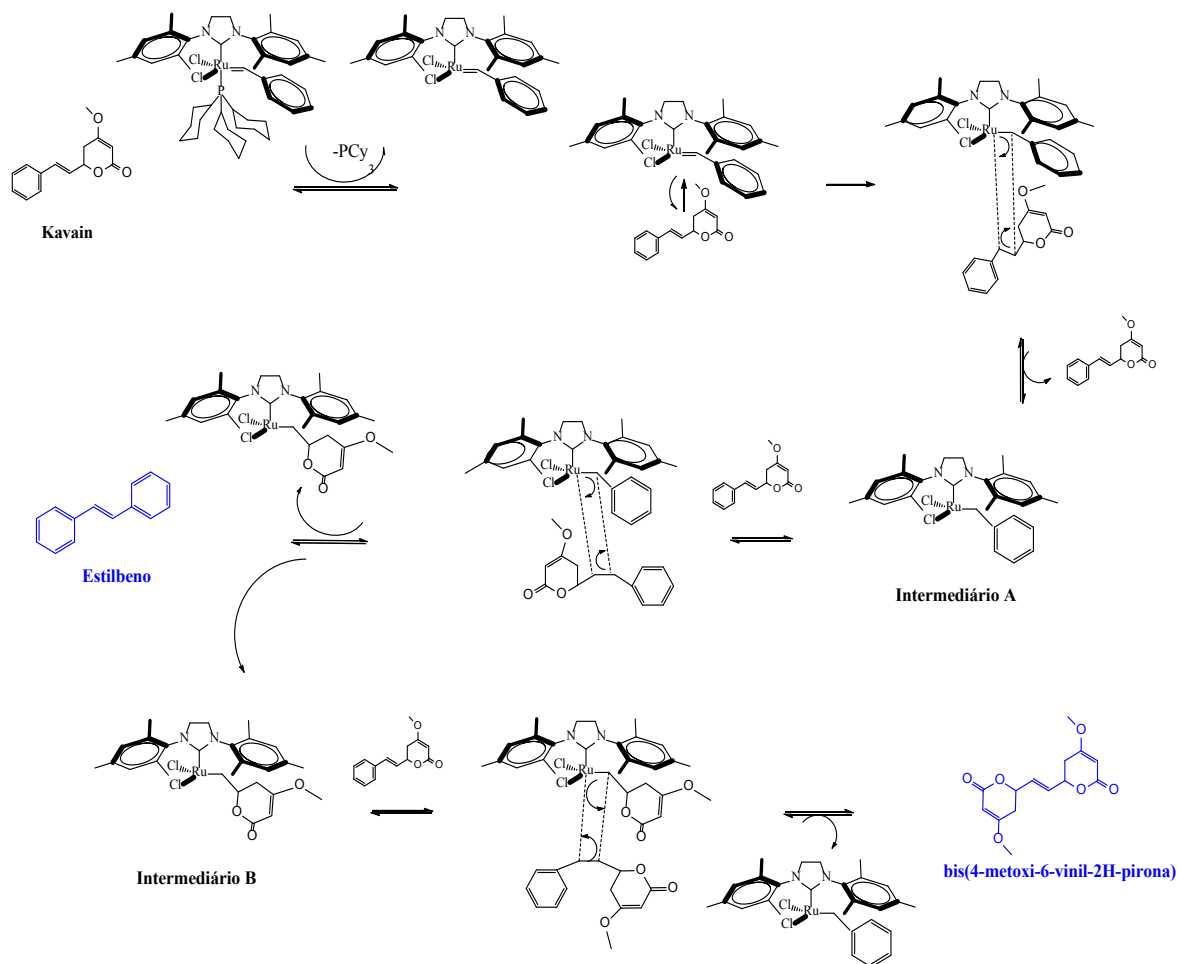


Figura 5. Esquema reacional do mecanismo de autometátese da Kavain catalisado por G2.

Ao observar o esquema mostrado na Figura 5, de fato, nota-se que a formação do estilbeno está ligada à metátese da Kavain, a partir do cruzamento da parte referente ao estireno desta molécula. Ou seja, a formação do metal-carbeno a partir da coordenação da parte do estireno da molécula de Kavain produz um intermediário (A) que favorece a continuidade da reação e síntese do estilbeno. Afim de investigar se houve formação do bis (4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) (2) nas sínteses ilustradas nos cromatogramas na Figura 4 (A-B), na qual tivemos a formação do estilbeno (3), foi realizada análise por Ressonância Magnética Nuclear (RMN).

Na Figura 6, está representada os espectros de RMN de  $^1H$  da Kavain pura (azul), e as sínteses sob condições de catalisador: substrato 1:1 mol e  $50^\circ C$  por 48 h (verde) e  $50^\circ C$  por 96h (vermelho).

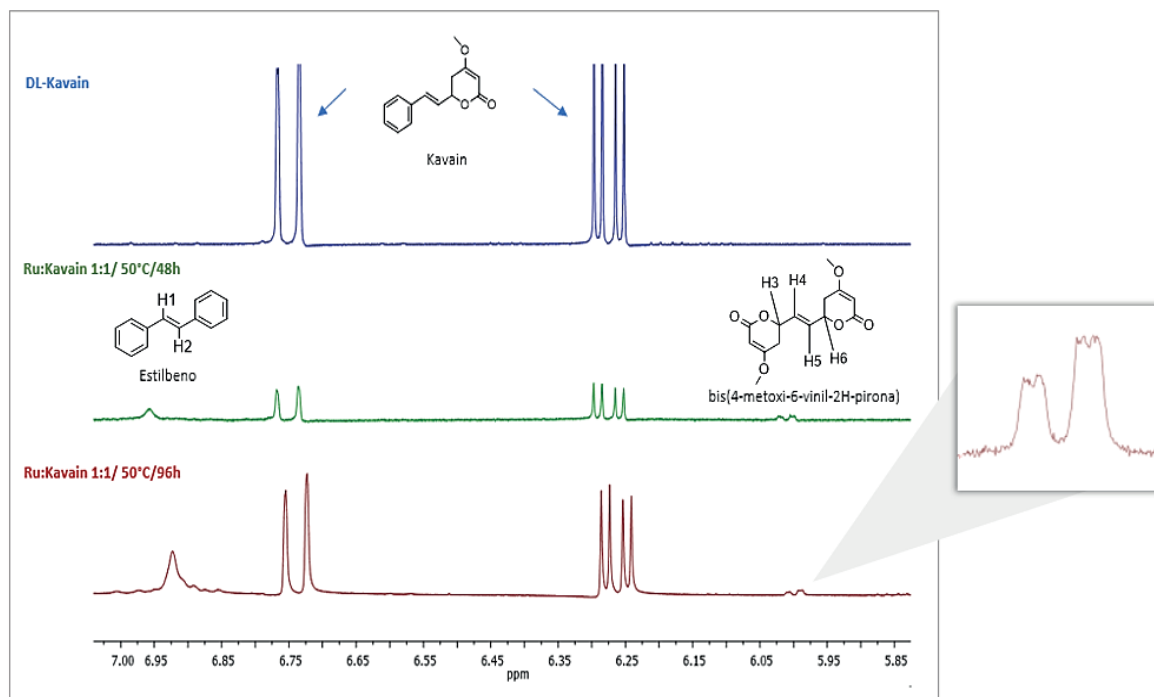


Figura 6. Espectros de RMN de  $^1\text{H}$  da Kavain pura (azul) e da mistura resultante da metátese da Kavain sob condições de substrato:catalisador 1:1 mol e  $50^\circ\text{C}$  por 48h (verde) e  $50^\circ\text{C}$  por 96h (vermelho).

A fim de monitorar a parte olefínica dos produtos, analisou-se o gráfico na região entre 5 e 7 ppm. Apresentaram-se nos espectros em verde e vermelho, sínteses com proporção 1:1 mol a  $50^\circ\text{C}$  por 48h e 96h, respectivamente. O singlete em 6,95 ppm é referente à molécula de estilbeno, que aparece com uma base mais alargada ocasionada pelo equilíbrio dinâmico cis/trans dos hidrogênios da olefina, e localizada a esquerda do espectro em campo baixo, devido ao efeito anisotrópico causado pelos anéis fenis. O sinal em 6,00 ppm do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), dois duplos dubletos, é referente ao acoplamento do H4 com H3 e H5, e o segundo duplo dubleto é formado pelo acoplamento de H5 com H4 e H6.

A síntese com proporção 1:1 mol a  $50^\circ\text{C}$ , por 48h (verde) apresentou rendimento de 25% e 10% para estilbeno e bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), respectivamente. Já a síntese sob condições 1:1 mol a  $50^\circ\text{C}$  por 96h, obteve-se rendimento de 35% e <15% para estilbeno e bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), respectivamente.

Diante dos resultados vimos que, a conversão de substrato para a formação do estilbeno foi maior que para formação do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) o qual apareceu apenas com traço observados por RMN  $^1\text{H}$ . Isso nos leva a sugerir que o intermediário metal-carbeno formado a partir da porção metoxi-pirona (Figura 7- caminho B) da molécula de Kavain, parece formar um intermediário mais estável e menos propício à formação do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), produto (2).

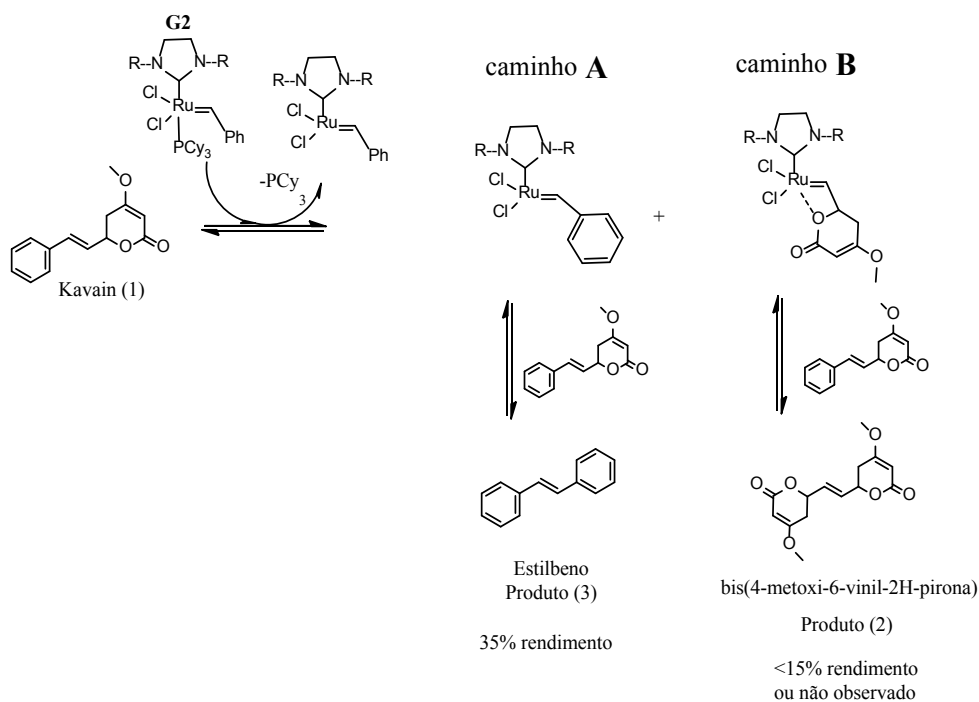


Figura 7. Esquema reacional para formação do estilbeno (Produto 3) e bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) (Produto 2); rendimentos da mistura resultante da síntese sob condições de: substrato/catalisador 1:1 mol e 50°C por 96h.

Como mostrado na Figura 7 - caminho B, acredita-se que houve coordenação do oxigênio (C-O) ao metal simultaneamente à coordenação da olefina, o que levaria a um sistema estabilizado. A reatividade dos grupos oxigenados da porção metoxi-pirona pode ocasionar um provável efeito quelante, dificultando a metátese de olefinas, uma vez que o sistema perde mobilidade, formando um intermediário mais estável, ocasionando estacionamento na formação do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) (GRUBBS, 2004; GRUBBS, 2006).

Além da dupla coordenação entre oxigênio e catalisador, a isomerização da ligação dupla pode ser outro fator que ocasionou baixo rendimento do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona). Em estudos realizados por Tunzun e colaboradores (2016), a reação de metátese de olefina é falha no caso do derivado com cadeia alifática mais curta devido à extensa isomerização da ligação dupla, entretanto para cadeias alifáticas mais longas, à autometátese de olefinas produz os dímeros desejados em excelentes rendimentos (TUNZUM et al., 2016). Dessa forma, a estereoquímica do substrato ao se aproximar do metal-carbêno pode influenciar na formação do bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona) (BURDETT et al., 2003).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois produtos esperados da autometátese da Kavain bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), e estilbeno foram sintetizados com rendimentos diferentes: <15% e 35%, respectivamente. Em todas as condições reacionais o bis(4-metoxi-6-vinil-2H-pirona), derivado da pirona, foi observado em menor quantidade. Desta forma, este

estudo sugere que o produto desejado não é sintetizado com alto rendimento por que o metal-carbeno intermediário nas reações é mais estável, dificultando a catálise.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) e Laboratório de Pesquisa - Geração de Novas tecnologias – Geratec e ao Instituto de Química de São Carlos (IQSC).

Às agências de fomento CAPES e FAPEPI (Edital 06/2018 FAPEPI/CAPES) pelas concessões de bolsa de estudo e suportes à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, D. R.; LENARDON, L.; PARTATA, A. K. **KAVA-KAVA (*Piper methysticum*): Uma revisão geral**. Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v.6, n.3, 2013.

BURDETT, K.A.; HARRIS, L.D.; MARGL, P.; MAGHON, B.R.; MOKHTAR-ZADEH, T.; SAUCIER, P.C.; WASSERMAN, E.P. **Renewable monomer feedstocks via olefin metathesis: fundamental mechanistic studies of methyl oleate ethenolysis with the first generation Grubbs catalyst**. Organometallics, v.23, n.9, p.2027- 2047, 2003.

CHUA, H. C.; CHRISTENSEN, E. T.H.; JESEN, K. H.; HARTIADI, L. Y.; RAMZAN, I.; JESEN, A. A., ABSALOM, N. L.; CHEBIB, M. **Kavain, the Major Constituent of the Anxiolytic Kava Extract, Potentiates GABAA Receptors: Functional Characteristics and Molecular Mechanism**. PLoS ONE, v.11, n.6, 2016.

CORDEIRO, C. H. G.; CHUNG, M. C.; SACRAMENTO, L. V. S. **Interações medicamentosas de fitoterápicos e fármacos: *Hypericum perforatum* e *Piper methysticum***. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.15, n.3, p.272-278, 2005.

FREDERICO, D.; BROCKSOM, U.; BROCKSOM, T.M. **A Reação de Metátese de Olefinas: Reorganização e Ciclização de Compostos Orgânicos**. Química Nova, v. 28, n. 4, p. 692-702, 2005.

GLEITZ, J.; BEILE, A.; WILKENS, P.; AMERI, A.; PETERS, T. **Antithrombotic Action of the Kava Pyrone (+)-Kavain Prepared from *Piper methysticum* on Human Platelets**. Planta Medica, v. 63, p. 27-30, 1997.

GLEITZ, J.; FRIESE, J.; BEILE, A.; AMERI, A.; PETERS, T. **Anticonvulsive action of (±)-kavain estimated from its properties on stimulated synaptosomes and Na<sup>+</sup> channel receptor sites**. Eur J Pharmacol, 1996.

GRUBBS, R. H. **Olefin-metathesis catalysts for the preparation of molecules and materials (Nobel Lecture)**. Angewandte Chemie International Edition, v. 45, p. 3760-3765, 2006.

GRUBBS, R. H. **Olefin metathesis**. Tetrahedron, v. 60, p. 7117-7140, 2004.

GRUNZE, H.; LANGOSCH, J.; SCHIRRMACHER, K.; BINGMANN, D.; VON WEGERER, J.; WALDEN, J. **Kava pyrones exert effects on neuronal transmission and transmembraneous cation currents similar to established mood stabilizers – A review.**, Prog. Neuro-Psychopharmacol. & Biol. Psychiat, v. 25, p. 1555—1570, 2001.

- GUO, Q.; CAO, Z.; WU, B.; CHEN, F.; TICKNER, J.; WANG, Z.; QUI, H.; WANG, C.; CHEN, K.; TAN, R.; GAO, Q.; XU, J. **Modulating calcium-mediated NFATc1 and mitogen-activated protein kinase deactivation underlies the inhibitory effects of kavain on osteoclastogenesis and bone resorption.** *J. Cell. Physiol.*, v. 234, p. 789-801, 2018.
- HOVEYDA, A. H.; ZHUGRALIN, A. R. **The remarkable metal-catalysed olefin metathesis reaction.** *Nature*, v. 450, p. 243-251, 2007.
- IVIN, K. J.; MOL, J. C. **Olefin Metathesis and Metathesis Polymerization**, Academic Press, New York, 1997.
- JOHNS, A. M.; AHMED, T. S.; JACKSON, B. W.; GRUBBS, R. H.; PEDERSON, R. L. **High Trans Kinetic Selectivity in Ruthenium-based Olefin Cross Metathesis Through Stereoretention.** *Organic Letters*, p. 772-775, 2016.
- KORMANN, E. C.; AMARAL, P. A.; DAVID, M.; LIMA, V. L. E.; FILHO, V. C.; BUZZI, F. C. **Kavain analogues as potential analgesic agents.** *Pharmacological reports*, v. 64, p. 1419-1426, 2012.
- LEBOT, V.; LÉVESQUE, J. **The origin and distribution of Kava (*Piper Methysticum* Forst. F., piperaceae): a Phytochemical approach.** *Allertonia*, v.5, n. 2, p. 223-281, 1989.
- MARTIN, A.C.; JOHNSTON, E.; XING, C.; HEGEMAN, A.D. **Measuring the Chemical and Cytotoxic Variability of Commercially Available Kava (*Piper methysticum* G. Forster).** *PLOS One*, 2014.
- SHOWMAN, A. F.; BAKER, J. D.; LINARES, C. NAEOLE, K. C.; BORRIS, R.; JOHNSTON, E.; KONANUI, J.; TURNER, H. **Contemporary Pacific and Western perspectives on `awa (*Piper methysticum*) toxicology.** *Phytoterapia*, v.100, 2015.
- SINGH, S. P., HUCK, O., ABRAHAM, N. G., AMAR, S. **Kavain Reduces *Porphyromonas gingivalis*-Induced Adipocyte Inflammation: Role of PGC-1 $\alpha$  Signaling.** *J. Immunol.*, v. 201, n. 5, p.1491-1499, 2018.
- SINGH, Y. N., SINGH, N. N. **Therapeutic Potential of Kava in the Treatment of Anxiety Disorders.** *CNS Drugs*, v.16, n. 11, 731-743, 2002.
- SMITH, K. K.; DHARMARATNE, H. R. W.; FELTENSTEIN, M. W.; BROOM, S. L.; ROACH, J. T.; NANAYAKKARA, N. P. D.; KHAN, I. A.; SUFKA, K. J. **Anxiolytic effects of kava extract and kavalactones in the chick social separation-stress paradigm.** *Psychopharmacology(Berl)*, v. 155, p 86- 90, 2001.
- SWIFT, K. A. D. **Catalytic transformations of the major terpene feedstocks.** *Topics in Catalysis*, v. 27, p. 143-155, 2004.
- TANG, X.; AMAR, S. **Kavain inhibition of LPS-induced TNF- $\alpha$  via ERK/LITAF.** *Toxicology Res.*, n. 5, p. 188-196, 2016.
- THOMAS, P.A.; MARVEY, B.B. **Room Temperature Ionic Liquids as Green Solvent Alternatives in the Metathesis of Oleochemical Feedstocks.** *Molecules*, v.184, 2016.
- TUROLLA, M. S.; NASCIMENTO, E. S. **Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil.** *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 42, n. 2, p. 289-306, 2006.
- TUZUN, A.; LLIGADAS, G.; RONDA, J. C.; GALIÀ, M.; CÁDIZ, V. **Castor oil-derived benzoxazines: Synthesis, self-metathesis and properties of the resulting thermosets.** *European Polymer Journal*, v.75, p.56–66, 2016.



## **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 tratamentos 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

