

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 3**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 3

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 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</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 3º volume 37 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
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
DOI 10.22533/at.ed.71619103091	
CAPÍTULO 2	10
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
DOI 10.22533/at.ed.71619103092	
CAPÍTULO 3	23
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.71619103093	
CAPÍTULO 4	33
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
DOI 10.22533/at.ed.71619103094	
CAPÍTULO 5	45
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71619103095	
CAPÍTULO 6	57
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.71619103096	

CAPÍTULO 7 70

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima
Júlio Cezar de Souza
Francisco Wilson Hollanda Vidal

DOI 10.22533/at.ed.71619103097

CAPÍTULO 8 78

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga
Joeci Ricardo Godoi
Viviane Furtado Velho
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.71619103098

CAPÍTULO 9 90

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas
Elaine Cristina Lopes Pereira
Lucas Furtado Loesh
Fernanda A. Sampaio da Silva
Heleno Souza da Silva
Renata Antoum Simão
José Adilson de Castro
Gláucio Soares Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.71619103099

CAPÍTULO 10 102

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar
Ronnie Von Dos Santos Veloso
Luis Fernando Santis Espinosa
Lilian de Araújo Pantoja
Alexandre Soares dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030910

CAPÍTULO 11 114

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves
Paulo Fernando de Almeida
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

DOI 10.22533/at.ed.716191030911

CAPÍTULO 12 129

CARBETO DE BORO (B₄C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos
Denise Dantas Muniz
Eliandro Pereira Teles
Danielle Guedes de Lima Cavalcante
Ricardo Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030912

CAPÍTULO 13 141

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa
Waldeir dos Santos Pereira
Mayara Barbosa Lima
Juliane da Silva Sampaio
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias
Duany Thainara Corrêa da Silva
Natan Barbosa Almada
Rogério Favacho da Cruz
Jéssica Aline Godinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030913

CAPÍTULO 14 153

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

DOI 10.22533/at.ed.716191030914

CAPÍTULO 15 164

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira
Sabrina Grando Cordeiro
Eniz Conceição Oliveira
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.716191030915

CAPÍTULO 16 175

ESPAÇO ARTE_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus
Lucas Pereira Elias
Marcos Henrique de Morais Golinelli
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

DOI 10.22533/at.ed.716191030916

CAPÍTULO 17 188

ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Deborah Godoy Martins Corrêa
Tiago de Oliveira
Denise Stringhini

DOI 10.22533/at.ed.716191030917

CAPÍTULO 18 201

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral
Luely Oliveira da Silva
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon
Marivaldo José Costa Corrêa
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030918

CAPÍTULO 19 209

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Weverton Pereira do Sacramento
Maria de Lourdes de Oliveira
Luana Leite Ferreira
Robson Wotikowski Guedes

DOI 10.22533/at.ed.716191030919

CAPÍTULO 20 218

EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Leila Pessôa Da Costa
Sandra Regina D'Antonio Verrengia

DOI 10.22533/at.ed.716191030920

CAPÍTULO 21 226

GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA

Gersica Agripino Alencar
Rafael Santos Barbosa
Ricardo André Cavalcante de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030921

CAPÍTULO 22 239

GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

Wendy Díaz Valdés
Lígia Laís Fêmina
Gisele Andrade Lemos
Jorge Vicente Barbosa Júnior

DOI 10.22533/at.ed.716191030922

CAPÍTULO 23 246

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos
Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.716191030923

CAPÍTULO 24 263

MAGONIA PUBESCENS A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva
Amanda Ribeiro Correa
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes
Rosiane Alexandre Pena Guimarães
Monica Franco Nunes
Dielle Carmo de Carvalho Neres
Elisangela Clarete Camili
Carla Spiller

DOI 10.22533/at.ed.716191030924

CAPÍTULO 25 270

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca
Leandro Teles Antunes dos Santos
Patrícia Milagre de Freitas
Dayane Andrade Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.716191030925

CAPÍTULO 26 279

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon
Luziana Quadros da Rosa
Robson Santos da Silva
Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030926

CAPÍTULO 27 294

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa
Edilson Pontarolo

DOI 10.22533/at.ed.716191030927

CAPÍTULO 28 304

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas
Vicente de Paulo Silva
Adilson Gandu

DOI 10.22533/at.ed.716191030928

CAPÍTULO 29	313
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
DOI 10.22533/at.ed.716191030929	
CAPÍTULO 30	326
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
DOI 10.22533/at.ed.716191030930	
CAPÍTULO 31	332
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Gerusa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.716191030931	
CAPÍTULO 32	342
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
DOI 10.22533/at.ed.716191030932	
CAPÍTULO 33	349
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
DOI 10.22533/at.ed.716191030933	
CAPÍTULO 34	358
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
DOI 10.22533/at.ed.716191030934	

CAPÍTULO 35	368
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.716191030935	
CAPÍTULO 36	378
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.716191030936	
CAPÍTULO 37	388
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
DOI 10.22533/at.ed.716191030937	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	401
ÍNDICE REMISSIVO	402

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda

Universidade Federal do Pará - UFPA, Faculdade de Química.

Belém – Pará

Railda Neyva Moreira Araújo Cabral

Escola Estadual de Ensino Médio Agostinho Moraes de Oliveira

Inhangapi – Pará

Luely Oliveira da Silva

Universidade Federal do Pará - UFPA, Programa de Pós-Graduação em Química.

Belém – Pará

Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon

Universidade Federal do Pará - UFPA, Programa de Pós-Graduação em Química.

Belém – Pará

Marivaldo José Costa Corrêa

Universidade Federal do Pará - UFPA, Programa de Pós-Graduação em Química.

Belém – Pará

Eloisa Helena de Aguiar Andrade

Universidade Federal do Pará - UFPA, Programa de Pós-Graduação em Química.

Belém – Pará

Manoel Leão Lopes Junior

Universidade Federal do Pará - UFPA, Programa de Pós-Graduação em Química.

Belém – Pará

Lourivaldo Silva Santos

Universidade Federal do Pará - UFPA, Programa de Pós-Graduação em Química.

Belém – Pará

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo o estudo da fração ácida do óleo de copaíba utilizado na medicina tradicional pela população amazônica para o tratamento de diversas enfermidades, como: gonorréia, bronquite, dores em geral, lesão, blenorragia, leucorréia, psoríase, “catarro da bexiga”, feridas, asma, antisséptico para feridas, úlceras de pele, corrimento vaginal, problema ovariano, infecções uterinas, inflamações gerais, câncer e leishmaniose. O óleo é extraído do caule de plantas do gênero *Copaifera* e vendido em feiras e mercados da região norte. O óleo de copaíba (600 g) foi tratado com uma solução aquosa de NaOH 5% e a solução resultante foi extraída com acetato de etila. A fase aquosa básica foi acidificada com HCl até pH=2 e extraída com acetato de etila, que após processamento forneceu 48,0 g de fração ácida, rica em ácido copálico, observado pelas análises dos cromatogramas de CG e de CG/EM.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo de copaíba, *Copaifera*, ácido copálico.

STUDY OF THE ACID FRACTION OF COPAÍBA OIL

ABSTRACT: This work aimed to study the acid fraction of copaíba oil used in traditional medicine by the Amazon people to treat

several diseases, such as: gonorrhoea, bronchitis, pains in general, back pain, injury, blennorrhagia, leucorrhoea, psoriasis, “catarro da bexiga”, wounds, asthma, as an antiseptic for wounds, skin ulcers, aching joints, ovarian cysts, uterine myoma, weak uterus, vaginal discharge, ovarian problem, ulcers, sore throat, uterine infections, general inflammations, cancer, and leishmanioses. The oil is extracted from the stem of *Copaifera* genus plants and sold at fairs and markets in the northern region. The copaiba oil (600 g) was treated with a 5% aqueous NaOH solution and the resulting solution was extracted with ethyl acetate. The basic aqueous phase was acidified with HCl to pH = 2 and extracted with ethyl acetate, which after processing provided 48.0 g of acidic fraction, rich in copalic acid, observed by analyses of GC and GC / MS chromatograms.

KEYWORDS: Copaíba oil, *Copaifera*, copalic acid.

1 | INTRODUÇÃO

As árvores do gênero *Copaifera*, pertencente à família Leguminosae Juss. subfamília Caesalpinoideae Kunth, são nativas da região da América Latina, e encontradas na região que se estende do México ao norte da Argentina, e na África Ocidental (ALENCAR, 1982). No Brasil são encontradas facilmente na região Amazônica, que compreende uma grande diversidade de espécies, e Centro-oeste (ALENCAR, 1982; VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002). Segundo o Index Kewensis (1996), existem 72 espécies descritas, sendo 16 delas encontradas exclusivamente no Brasil (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

A copaíba, *Copaifera* sp., é uma árvore de grande porte, podendo alcançar 40 metros de altura, 4 metros de diâmetro e pode viver até 400 anos (ALENCAR, 1982; VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002). As copaibeiras são adaptadas aos mais diferentes ambientes, desde florestas de terra firme, terras alagadas, margens inundáveis dos rios e igarapés, margens arenosas de lagos, até as matas de cerrado da região central do Brasil (ALENCAR, 1982).

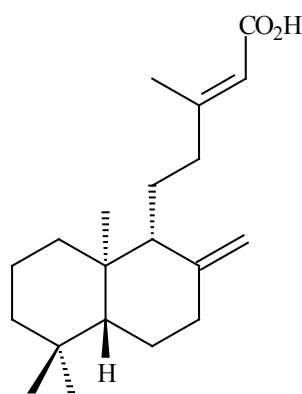
A oleorresina de copaíba é amplamente utilizada como medicamento popular, através de administração tópica e oral. Tem várias indicações etnofarmacológicas, incluindo: gonorréia, bronquite, dores em geral, dor nas costas, lesão, blenorragia, leucorréia, psoríase, “catarro da bexiga”, feridas, asma, antisséptico para feridas, úlceras de pele, dor nas articulações, ovário cistos, mioma uterino, útero fraco, corrimento vaginal, problema ovariano, úlceras, dor de garganta, infecções uterinas, inflamações gerais, como tônico e para tratar úlceras e outras doenças digestivas, e câncer e leishmaniose (LEANDRO *et al.*, 2012).

Muitos estudos foram realizados para confirmar cientificamente essas propriedades e validar o uso disseminado dessa oleorresina e suas diversas atividades farmacológicas. Apesar dos muitos trabalhos publicados, alguns dos dados sobre a composição química e atividade farmacológica da oleorresina da

copaíba permanecem contraditórios (LEANDRO *et al.*, 2012).

O óleo das copaibeiras é encontrado em pequenas bolsas distribuídas nas folhas e no xilema primário, e a secreção ocorre em canais secretores presentes em todas as partes da planta (ALENCAR, 1982; MARCATI; ANGYALOSSY-ALFONS; BENETATI, 2001). Estes canais chamados de canais esquizógenos são formados pela dilatação de espaços intercelulares, chamados meatos, que se intercomunicam no meristema (MARCATI; ANGYALOSSY-ALFONSO; BENETATI, 2001). Esses canais são organizados na posição vertical e interconectados, de tal forma, que o óleo drena quando um deles é perfurado, possibilitando sua extração (ALENCAR, 1982; VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002; RIGAMONTE-AZEVEDO; SALVADOR-WADT; OLIVEIRA-WADT, 2004; MARCATI; ANGYALOSSY-ALFONSO; BENETATI, 2001). O termo correto para designar este óleo é óleo-resina de copaíba, já que ele é um exudato composto por ácidos resinosos e compostos voláteis (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

Estudos fitoquímicos demonstraram que os óleos de copaíba são misturas de sesquiterpenos e diterpenos, sendo o ácido copálico (1) e os sesquiterpenos β -cariofileno e α -copaeno, os principais componentes do óleo (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).



Ácido copálico (1)

Figura 1. Estrutura do ácido copálico (1)

Em um estudo realizado por VEIGA JUNIOR *et al.*, para verificar a autenticidade de 16 óleos de copaíba comerciais, por cromatografia gasosa de alta resolução, foi constatado que o ácido copálico foi o único composto detectado em todos os óleos estudados, indicando, portanto, ser um biomarcador para o gênero *Copaifera*. Constataram ainda que, nos óleos autênticos de copaíba a quantidade máxima de diterpenos encontrados foram nove diterpenos (VEIGA JUNIOR; PATITUCCI; PINTO, 1997). Assim, neste trabalho estudamos a fração ácida do óleo de copaíba adquirido em uma feira de Belém-PA, visando posterior aplicação em ensaios antiinflamatórios.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

- Câmara de análise de fluorescência por luz ultravioleta: Cabine e luz SPECTROLINE, modelos CM-10/ ENF-260C, para visualização de CCDC (Cromatografia em Camada Delgada Comparativa).
- Câmara de UV.
- Frascos de Erlenmeyer com volumes variáveis.
- Espátulas de alumínio, garras de fixação, aros e vidrinhos para coleta de material.
- Os solventes utilizados para extração foram solventes de grau P.A. (SYNTH, NUCLEAR, TEDIA).
- Funil de decantação.
- Placas de sílica gel.

2.2 Métodos

Coleta do material

O óleo de copaíba (600 mL) foi obtido em feira livre, no Mercado do Ver-o-peso em Belém-Pará.

Extração ácido-base da oleorresina de copaíba

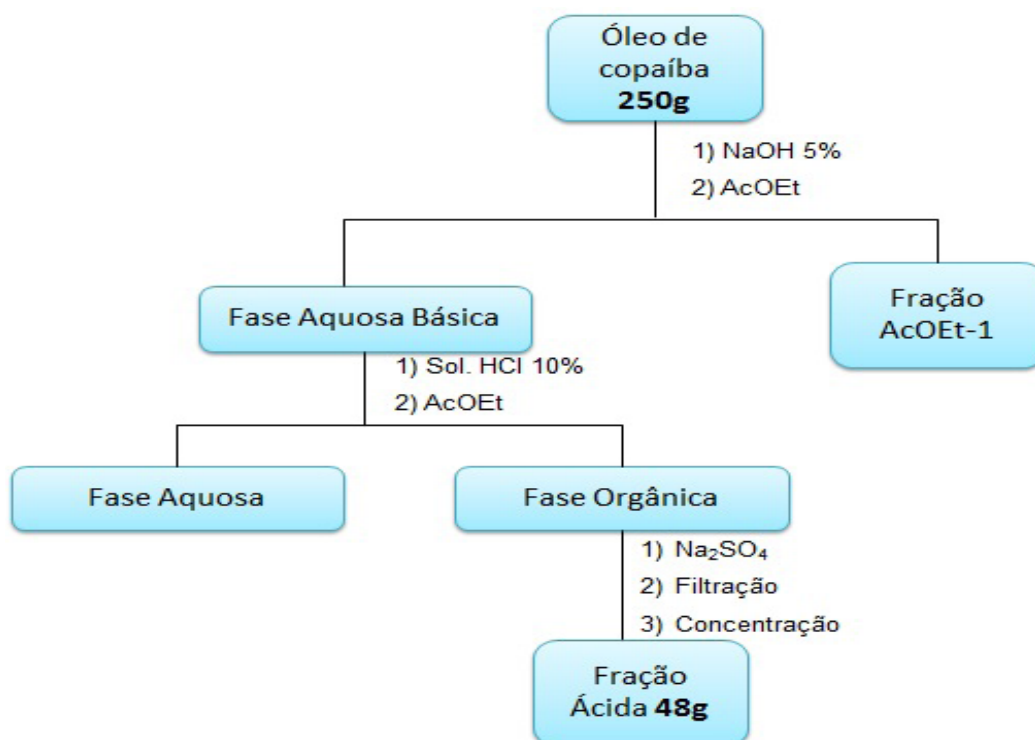
Em 250 g do óleo de copaíba foram adicionados 600 mL de solução aquosa de NaOH 5%. A solução resultante foi extraída com acetato de etila (4 x 200 mL), gerando a fase acetato de etila-1 (fração neutra). A fase aquosa foi acidificada com HCl até pH=2, e extraída com acetato de etila (4 x 200 mL), que após serem combinadas foram secadas com Na₂SO₄ anidro, filtrada e a solução resultante concentrada em evaporador rotativo, fornecendo 48,0 g de fração ácida, rica em ácido copálico.

A fração neutra, resultante da primeira extração com acetato de etila, foi lavada com H₂O (3 x 200 mL), secada com Na₂SO₄ anidro, filtrada e concentrada em evaporador rotativo, fornecendo 119,0 g de fração neutra, que não foi estudada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo de copaíba foi submetido à extração ácido-base com solução aquosa de NaOH a 5%, e em seguida extração com acetato de etila fornecendo a Fração acetato de etila-1 (Fração AcOEt-1 neutra), que não foi trabalhada, e uma fração aquosa básica que foi acidificada com solução de HCl 10% e extraída com acetato

de etila fornecendo a Fração ácida, conforme o fluxograma 1. O tratamento do óleo com a solução de NaOH 5% transforma os ácidos presentes no óleo em seus respectivos sais de sódio, que após acidificação com solução de HCl regenera os ácidos presentes na amostra.



Fluxograma 1: Extração ácido-base da oleorresina de copaíba.

A fração ácida da oleorresina de copaíba foi analisada por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM), e a composição foi definida pela comparação com a biblioteca de espectros de massas do aparelho. Na Figura 2 é mostrado o cromatograma dessa fração. Foram identificados os ácidos hexadecanóico, linoleico, oleico, 11,14-eicosadienóico e ácido copálico.



Figura 2. Cromatograma da fração ácida da oleorresina de copaíba.

A Tabela 1 fornece os tempos de retenção dos ácidos que foram identificados, bem como seus percentuais (%) contidos na amostra analisada medida pela área do pico no cromatograma. Não foi possível identificar outros diterpenos ácidos minoritários na fração ácida. Provavelmente eles estejam - “envelopados” na faixa de tempo de retenção de 55,00-60,00 min.

Ácidos identificados	Tempo de retenção (min)	Concentração (%)
Ácido hexadecanóico	46,64	3,80%
Ácido linoléico	52,30	12,81%
Ácido oleico	52,44	9,66%
Ácido 11,14 eicosadienóico	56,88	2,42%
Ni*	58,21	1,55%
Ácido copálico	58,79	31,52%

Tabela 1 - Tempo de retenção e composição dos ácidos identificados na fração ácida do óleo de Copaíba.

* Não identificado

O espectro de massas do ácido copálico (Figura 3) obtido por CG/EM e comparado com a biblioteca do aparelho, apresenta o pico do íon molecular $[M]^+$ 304(3), que está de acordo com a fórmula molecular $C_{20}H_{32}O_2$ do ácido copálico.

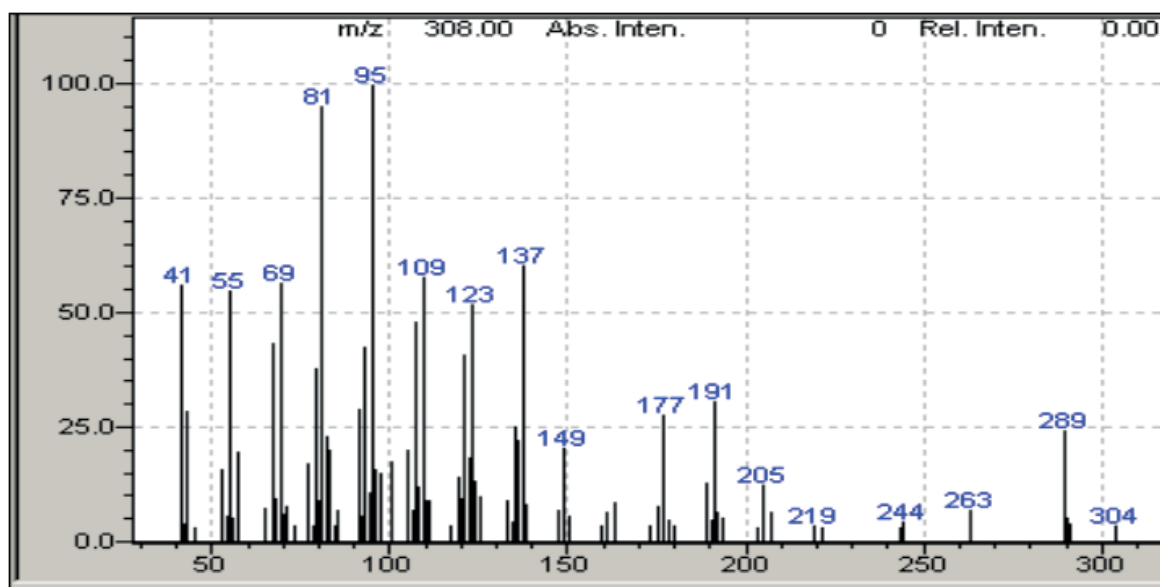


Figura 3. Espectro de massas do ácido copálico.

4 | CONCLUSÃO

O presente estudo visou analisar a composição química da fração ácida obtida do óleo de copaíba comercializado em feira livre de Belém do Pará, que é utilizado pela população, principalmente no tratamento de diversas inflamações. O ácido copálico foi isolado como o componente majoritário da fração ácida, e este trabalho abre perspectivas para um estudo farmacológico com esta fração.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U.P.; MEDEIROS, P.M.; ALMEIDA, A.L.S.; MONTEIRO, J.M.; LINS NETO, E.M.F.; MELO, J.G.; SANTOS, J.P. **Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 114, p. 325–354, 2007.
- ALENCAR, J.C. **Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. 2 - Produção de óleo-resina.** *Acta Amazônica*. v.12, n.1, p.75-89, jan./mar. de 1982.
- BRANDÃO, M.G.L.; ZANETTI, N.N.S.; OLIVEIRA, P.; GRAEL, C.F.F.; SANTOS, A.C.P.; MONTE-MÓR, R.L.M. **Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 120, p. 141–148, 2008.
- CALDERON, L. A.; SILVA-JARDIM, I.; ZULIANI, J. P.; SILVA, A. A.; CIANCAGLINI, P.; SILVA, L.H.P.; STÁBELI, R.G. **Amazonian biodiversity: A view of drug development for Leishmaniasis and malaria.** *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 20, p. 1011–1023, 2009.

CABRAL, R. N. M. de A. **Síntese e simulação computacional de nanocarreadores de princípios ativos da Amazônia para liberação controlada**. Tese (Doutorado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química. Belém: Universidade Federal do Pará, 2018.

COELHO-FERREIRA, M. **Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá, Pará State (Brazil)**. Journal of Ethnopharmacology. v. 126, p.159–175, 2009.

DESMARCHELIER, C.; GURNI, A.; CICCIA, G.; GIULIETTI, A.M. **Ritual and medicinal plants of the Ese'ejas of the Amazonian rainforest (Madre de Dios, Perú)**. Journal of Ethnopharmacology, v. 52, p. 45–51, 1996.

HECK, M. C; VIANA, L. Á; VICENTINI, V. E. P. **IMPORTÂNCIA DO ÓLEO DE *Copaifera* sp. (COPÁIBA)**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v.7, n.1, p.82-90, jan./abr., 2012.

LEANDRO, M. L.; VARGAS, F. DE S.; BARBOSA, P. C. S.; NEVES, J. K. O.; DA SILVA, J. A.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. **Chemistry and Biological Activities of Terpenoids from Copaiba (*Copaifera* spp.) Oleoresins**. Molecules, v.17, p. 3866-3889, 2012.

MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. **Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae) de floresta e cerrado**. Revista Brasileira de Botânica. v.24, n.3, p.311-20, set. de 2001.

Mello, J.F. **Plants in traditional medicine in Brazil**. Journal of Ethnopharmacology, v. 2, p. 49–55, 1980.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; SALVADOR-WADT, P.G.; OLIVEIRA-WADT, L.H. **Copaíba: Ecologia e Produção de óleo-resina**. 1.ed. Rio Branco: Embrapa Acre, 28 p, 2004.

SANZ-BISET, J.; CANIGUERAL, S. **Plant use in the medicinal practices known as “strict diets” in Chazuta valley (Peruvian Amazon)**. Journal of Ethnopharmacology, v.137, p. 271–288, 2011.

SANZ-BISET, J.; CAMPOS-DE-LA-CRUZ, J.; EPIQUIÉN-RIVERA, M.A.; CAÑIGUERAL, S. **A first survey on the medicinal plants of the Chazuta valley (Peruvian Amazon)**. Journal of Ethnopharmacology, v.122, p. 333–362, 2009.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PATITUCCI, M.L.; PINTO, A.C. **Controle de autenticidade de óleos de copaíba comerciais por cromatografia gasosa de alta resolução**. Química Nova. v. 20, n.6, p.612-15, nov./dez. de 1997.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C. **O gênero *Copaifera* L.** Química Nova. v. 25, n.2, p.273-86, mar./abr. 2002.

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

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9
Análise sensorial 45, 46, 56

B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173
Biofilmes 4
Biomateriais 92
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140
Carbono cristalizado 114

D

Dejetos de suínos 112

G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

H

Homologia simplicial 239

I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

V

Variabilidade climática 142

W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-642-3

