



AS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA NO SÉCULO XXI 2

**JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS
(ORGANIZADORES)**

Atena
Editora
Ano 2019

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	As ciências exatas e da terra no século XXI [recurso eletrônico] : volume 2 / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-680-5 DOI 10.22533/at.ed.805190710 1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos. III. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI,” que encontra-se em seu segundo volume, foi idealizada para compilar trabalhos que demonstrassem os novos desdobramentos da pesquisa científica no século XXI. Em seus 24 capítulos, procura-se apresentar a o leito de discussões alinhadas a eixos temáticos, como agricultura, engenharia, educação, estatística e tecnologias, havendo também espaço para perspectivas multidisciplinares a partir de trabalhos que permeiam diferentes segmentos da grande área. Na primeira parte da obra, que trata sobre agricultura, são apresentados estudos relacionados à fertilidade do solo, precipitação pluviométrica, necessidade hídrica de plantas, estudos fitoquímicos, recuperação, reuso e restauração de áreas degradadas, dentre outros. Na segunda parte, são abordados estudos sobre gerenciamento de resíduos da construção civil, uso do sensoriamento remoto, e comparação entre diferentes métodos de nivelamento.

Na terceira parte, estão agrupados trabalhos que envolvem vertentes econômicas, experiências educacionais, e uso da realidade virtual no processo de aprendizagem.

Na quarta e última parte, são contemplados estudos acerca de questões tecnológicas, envolvendo linguagem estatística, e aplicação de moedas digitais.

Com grande relevância, os trabalhos aqui apresentados estarão disponíveis ao grande público e colaborarão para a difusão de conhecimentos no âmbito técnico e acadêmico.

Os organizadores e a Atena Editora agradecem pelo empenho dos autores que não mediram esforços ao compartilhar, em sua melhor forma, os resultados de seus estudos por meio da presente obra. Desejamos que as informações difundidas por meio desta obra possam informar e provocar reflexões significativas, contribuindo para o fortalecimento desta grande área e de suas vertentes.

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DISPONIBILIDADE DE ZN EM SOLOSSUPER ADUBADOS EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR	
Ingrid Luciana Rodrigues Gomes	
Maria Tairane Silva	
Idamar da Silva Lima	
Airon José da Silva	
Carlos Alexandre Borges Garcia	
Silvânio Silvério Lopes da Costa	
Marcos Cabral de Vasconcellos Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.8051907101	
CAPÍTULO 2	9
ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO IRRIGADO COM DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA TRATADA EM CASA DE VEGETAÇÃO	
Ricardo André Rodrigues Filho	
Rafael Oliveira Batista	
Ana Beatriz Alves de Araújo	
Juli Emille Pereira de Melo	
Rayane Alves de Arruda Santos	
Ana Luiza Veras de Souza	
Antônio Diego da Silva Teixeira	
Emmila Priscila Pinto do Nascimento	
Taís Mendonça da Trindade	
Wellyda Keorle Barros de Lavôr	
Igor Apolônio de Oliveira	
Elioneide Jandira de Sales	
DOI 10.22533/at.ed.8051907102	
CAPÍTULO 3	24
DETERMINAÇÃO RÁPIDA DE MN, ZN, FE E MG EM MELADO DE CANA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA COM CHAMA (F AAS)	
Suelen Andolfatto	
Camila Kulek de Andrade	
Maria Lurdes Felsner	
DOI 10.22533/at.ed.8051907103	
CAPÍTULO 4	36
COMPARAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE 12 CIDADES PARAENSES	
Whesley Thiago dos Santos Lobato	
Antonio Maricélio Borges de Souza	
Maurício Souza Martins	
Luã Souza de Oliveira	
Bruno Maia da Silva	
Maria Sidalina Messias de Pina	
Daniella Amor Cunha da Silva	
Antonio Elson Ferreira Borges	
Arthur da Silva Monteiro	
Lucas Guilherme Araujo Soares	
Caio Douglas Araújo Pereira	
Lívia Tálita da Silva Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.8051907104	

CAPÍTULO 5 48

NECESSIDADES HÍDRICAS E ÍNDICES DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO GERGELIM
(*SESAMUM INDICUM L.*) BRS ANAHÍ IRRIGADO

Isaac Alves da Silva Freitas
José Espínola Sobrinho
Anna Kézia Soares de Oliveira
Ana Beatriz Alves de Araújo
Roberto Vieira Pordeus
Poliana Marias da Costa Bandeira
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Tecla Ticiane Félix da Silva
Fernanda Jéssika Carvalho Dantas
Alcimar Galdino de Lira
Alricélia Gomes de Lima
Kadidja Meyre Bessa Simão

DOI 10.22533/at.ed.8051907105

CAPÍTULO 6 58

APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS EM EMPRESAS DO SETOR AGROFLORESTAL

Robert Armando Espejo
Rildo Vieira de Araújo
Michel Constantino
Reginaldo Brito da Costa
Paula Martin de Moraes
Vanessa Aparecida de Moraes Weber
Fabricio de Lima Weber
Fabiano Dotto

DOI 10.22533/at.ed.8051907106

CAPÍTULO 7 68

ECOPRODUÇÃO DE PAPEL A PARTIR DE RESÍDUOS TÊXTEIS: PROPOSTA E AVALIAÇÃO DA
VIABILIDADE DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

Júlia Terra Miranda Machado
Lilian Bechara Elabras Veiga
Maria Gabriela von Bochkor Podcameni

DOI 10.22533/at.ed.8051907107

CAPÍTULO 8 81

ESTUDO TEÓRICO SOBRE COMO REALIZAR UM PROCESSO DE OBTENÇÃO DE MELADO DE
ALGAROBA (*PROSOPIS JULIFLORA SW DC*)

Karina da Silva Falcão
Alan Henrique Texeira
Clóvis Gouveia da Silva
Mirela Mendes de Farias
Zildomar Aranha de Carvalho Filho

DOI 10.22533/at.ed.8051907108

CAPÍTULO 9 89

ESTUDO QUÍMICO E FARMACOLÓGICO DE *ARTOCARPUS ALTILIS* (PARKINSON) FOSBERG

Alice Joana da Costa
Mônica Regina Silva de Araújo
Beatriz Dias
Chistiane Mendes Feitosa
Renata Paiva dos Santos
Daniele Alves Ferreira
Felipe Pereira Silva de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.8051907109

CAPÍTULO 10 101

ESTUDO FITOQUÍMICO DE *HYMENAEA COURBARIL* E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE TRIPANOCIDA

Breno Memic Sequeira
Romeu Machado Rocha Neto
Lúzio Gabriel Bocalon Flauzino
Daniele da Silva Ferreira
Lizandra Guidi Magalhães
Patrícia Mendonça Pauletti
Ana Helena Januário
Márcio Luis Andrade e Silva
Wilson Roberto Cunha

DOI 10.22533/at.ed.80519071010

CAPÍTULO 11 115

ESTUDO SOBRE R&R PARA PRODUTOS DO LABORATÓRIO PILOTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

Karina da Silva Falcão
Lígia de Oliveira Franzosi Bessa
Manoel Teodoro da Silva
Renata Rayane da Silva Santana

DOI 10.22533/at.ed.80519071011

CAPÍTULO 12 123

SÍNTESE ORGÂNICA, INORGÂNICA E DE NANOMATERIAIS ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS:
UMA MINI REVISÃO

Jorddy Neves Cruz
Sebastião Gomes Silva
Fernanda Wariss Figueiredo Bezerra
Oberdan Oliveira Ferreira
Jose de Arimateia Rodrigues do Rego
Marcos Enê Chaves Oliveira
Daniel Santiago Pereira
Antonio Pedro da Silva Souza Filho
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Mozaniel Santana de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.80519071012

CAPÍTULO 13 132

PROJETO DE RECUPERAÇÃO, REUSO E RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO DE AGREGADOS PARA PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MORRO REDONDO/RS

Thiago Feijó Bom
Pedro Andrade Coelho
Matheus Acosta Flores
Angélica Cirolini
Alexandre Felipe Bruch
Marciano Carneiro

DOI 10.22533/at.ed.80519071013

CAPÍTULO 14 145

AHP – PROPOSTA PARA APLICAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RCC EM CANTEIROS DE OBRAS VERTICAIS E ALGUNS ASPETOS DIVERGENTES

Romão Manuel Leitão Carrapato Direitinho
José da Costa Marques Neto
Rodrigo Eduardo Córdoba

DOI 10.22533/at.ed.80519071014

CAPÍTULO 15 158

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO, TRIGONOMÉTRICO E POR GNSS EM UMA RODOVIA

Kézia de Castro Alves
Francisca Vieira Nunes
Guilherme Ferreira Gonçalves
Fábio Campos Macedo
Pedro Rogério Giongo

DOI 10.22533/at.ed.80519071015

CAPÍTULO 16 166

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL NO MAPEAMENTO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE MILHETO

Antônio Aldisio Carlos Júnior
Neyton de Oliveira Miranda
Jonatan Levi Ferreira de Medeiros
Suedêmio de Lima Silva
Paulo César Moura da Silva
Erllan Tavares Costa Leitão
Ana Beatriz Alves de Araújo
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Poliana Maria da Costa Bandeira
Gleydson de Freitas Silva
Isaac Alves da Silva Freitas
Tháís Cristina de Souza Lopes

DOI 10.22533/at.ed.80519071016

CAPÍTULO 17 179

A EDUCAÇÃO BRASILEIRA E SUAS VERTENTES ECONÔMICAS

Gustavo Tavares Corte
Beatriz Valentim Mendes
Steven Dutt-Ross

DOI 10.22533/at.ed.80519071017

CAPÍTULO 18	189
SABERES INFORMAIS SOBRE CIÊNCIAS COMO PONTE PARA O CONHECIMENTO FORMAL	
Deíne Bispo Miranda	
Paulo Coelho Dias	
Maria Cristina Madeira Da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.80519071018	
CAPÍTULO 19	199
CLUBE DE CIÊNCIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIAS E IMPRESSÕES DOS ALUNOS	
Teresinha Guida Miranda	
Alice Silau Amoury Neta	
Jussara da Silva Nascimento Araújo	
Danielle Rodrigues Monteiro da Costa	
Normando José Queiroz Viana	
Alessandra de Rezende Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.80519071019	
CAPÍTULO 20	212
O USO DE REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO FACILITADORA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM: UMA ABORDAGEM NEUROCIENTÍFICA COGNITIVA NOS TEMAS DE CIÊNCIAS	
Welberth Stefan Santana Cordeiro	
Zara Faria Sobrinha Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.80519071020	
CAPÍTULO 21	222
CRIPTOMOEDAS E UMA APLICAÇÃO PARA MODELOS LINEARES HIPERBÓLICOS	
Lucas José Gonçalves Freitas	
Marcelo dos Santos Ventura	
DOI 10.22533/at.ed.80519071021	
CAPÍTULO 22	226
O TEOREMA DA COMPLETUDE	
Angela Leite Moreno	
Michele Martins Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.80519071022	
CAPÍTULO 23	243
REGRESSÃO POLINOMIAL DE TERCEIRA ORDEM NA DEFORMAÇÃO DE ELÁSTICOS DE BORRACHA	
Thales Cerqueira Mendes	
Yasmim Brasileiro de Castro Monteiro	
Luana da Silva Souza	
Lívia Nildete Barauna dos Santos	
Ester Vitória Lopes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.80519071023	

CAPÍTULO 24 254

PICTOGRAMA: ELABORAÇÃO EM LINGUAGEM R

Willian Alves Lion

Beatriz de Oliveira Rodrigues

Felipe de Melo Taveira

Flávio Bittencourt

Adriana Dias

DOI 10.22533/at.ed.80519071024

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 265

ÍNDICE REMISSIVO 266

ESTUDO QUÍMICO E FARMACOLÓGICO DE *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg

Alice Joana da Costa

Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro brasileira - UNILAB
Redenção - Ceará.

Mônica Regina Silva de Araújo

Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro brasileira - UNILAB
Redenção - Ceará.

Beatriz Dias

Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro brasileira - UNILAB
Redenção - Ceará.

Chistiane Mendes Feitosa

Universidade Federal do Piauí,
Teresina - Piauí.

Renata Paiva dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE)
Baturité - Ceará.

Daniele Alves Ferreira

Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro brasileira - UNILAB
Redenção - Ceará.

Felipe Pereira Silva de Araújo

RESUMO: *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg pertencente à família Moraceae, originária da Malásia e Indonésia encontra-se distribuída nas regiões de clima tropicais e subtropicais do mundo. Popularmente conhecida como fruta

pão, rima, e fruteira de pão. Levantamento bibliográfico realizado no Scifinder exibiu estudos com as folhas revelando atividades antioxidante, antimicrobiana, antifúngica, antialérgica, anti-inflamatória, antidiabética e antimalárica. O objetivo do trabalho foi realizar testes fotoquímicos com os extratos hexânico (EHFAA) e etanólico (EEFAA) das folhas para identificar as classes metabólitos secundários presentes, analisar os extratos através de cromatografia em camada delgada (CCD), toxicológico, larvicida, citotóxico, inibição enzimática de acetilcolinesterase e fator de proteção solar (FPS). As análises fotoquímicas revelaram a presença de taninos hidrolisáveis (ausência no EEFAA), fenóis, triterpenos, esteroides e alcaloides. O teste da toxicidade frente às larvas de *Artemia salina* apresentou DL_{50} 146,01 ppm para EHFAA e DL_{50} 65,397 ppm para EEFAA, sendo o extrato hexânico considerado moderadamente tóxico e extrato etanólico altamente tóxico. Tanto no teste de toxicidade frente às larvas de *Aedes aegypti* e de toxicidade pelo método MTT ambos os extratos não apresentaram resultados satisfatórios. No teste qualitativo de inibição a enzima acetilcolinesterase apenas EHFAA apresentou manchas brancas quando comparado ao padrão cafeína. EHFAA exibiu FPS de 2,17 e EEFAA de 6,6 considerados baixos. No entanto, este estudo contribuiu para o conhecimento

quimiotaxonômico da espécie *A. altilis* e da família Moraceae.

PALAVRAS-CHAVE: *Artocarpus altilis*, Moraceae, Fitoquímica.

CHEMICAL AND PHARMACOLOGICAL STUDY OF *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg

ABSTRACT: *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg belonging to the Moraceae family, originating in Malaysia and Indonesia, is distributed in the tropical and subtropical regions of the world. Popularly known as fruit bread, rhyme, and breadfruit. Scifinder bibliographic survey showed leaf studies showing antioxidant, antimicrobial, antifungal, antiallergic, anti-inflammatory, antidiabetic and antimalarial activities. The objective of this work was to perform phytochemical tests with the hexane (EHFAA) and ethanolic (EEFAA) extracts of the leaves to identify the secondary metabolites classes present, to analyze the extracts by delegate layer chromatography (CCD), toxicological, larvicide, cytotoxic, inhibition. acetylcholinestrerase enzyme and sun protection factor (SPF). Phytochemical analyzes revealed the presence of hydrolysable tannins (absence in EEFAA), phenols, triterpenes, steroids, and alkaloids. The toxicity test against *Artemia salina* larvae presented LD50 146.01 ppm for EHFAA and LD50 65.397 ppm for EEFAA, being the hexane extract considered moderately toxic and the highly toxic ethanolic extract. Both the toxicity test against *Aedes aegypti* larvae and MTT toxicity both extracts did not show satisfactory results. In the qualitative inhibition test the enzyme acetylcholinesterase only EHFAA showed white spots when compared to the caffeine standard. EHFAA exhibited SPF of 2.17 and EEFAA of 6.6 considered low. However, this study contributed to the chemotaxonomic knowledge of the species *A. altilis* and the family Moraceae.

KEYWORDS: *Artocarpus altilis*, Moraceae, Phytochemical

1 | INTRODUÇÃO

O uso de produtos naturais como matéria prima para síntese de substâncias bioativas tem sido amplamente relatado ao longo do tempo. Os primeiros registros do uso de plantas como medicamentos datam de 2600 a.C, na Mesopotâmia, onde determinadas espécies como *Glycyrrhiza glabra* (alcaçuz) e *Papaver somniferum* (papoula), usadas até hoje, eram empregados no tratamento da tosse, resfriados e infecções parasitárias. Antes do início do século XX, o uso dos produtos naturais se limitava principalmente ao uso de extratos e preparados a partir de plantas, baseado na observação empírica do efeito causado pela sua administração (BASTOS, 2016).

Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg, pertencente à família Moraceae é encontrada no Brasil em muitos pomares de quintais do litoral Nordeste, onde é popularmente conhecida como fruta pão, rima e fruteira-de pão. *A. altilis* é uma planta nativa da Indonésia e Malásia, onde foi introduzida no Brasil no início do século XIX (CALVAZARA, 1987). É considerada uma das espécies mais amplamente difundidas na medicina popular nordestina, as raízes são utilizadas no tratamento da diarreia; seu

cozimento torna-se útil contra reumatismo; as flores no tratamento da inflamação, a polpa do fruto reduzida a pasta quente é utilizada em tumores e furúnculos; e o látex usado como cicatrizante de feridas (FREITAS, 2012).

De acordo com Porto 2011 espécies pertencentes à família Moraceae apresentam várias atividades biológicas, sendo de grande importância do ponto de vista farmacológico, como por exemplo, antimicrobiana, antibacteriana, antifúngica, antioxidante, anti-inflamatória, antimalárica, citotóxica; anticancerígena; antiandrogênica, anti-HIV, antileucêmica, anticoagulante, anti-hemorrágica e antialérgica. A família Moraceae é caracterizada pela presença de saponinas, antocianidinas, flavonoides, triterpenos, cumarinas, alcaloides, esteroides, estilbenos, benzofuranos, xantonas, entre outros metabólitos secundários. Dando destaque aos flavonoides, triterpenos, e esteróides, devido ao grande número de ocorrência na família Moraceae, sendo caracterizados como marcadores químicos da família.

A família Moraceae possui representantes bastante conhecidos no Brasil, como a *Morus nigra*, *Artocarpus heterophyllus*, *Ficus carica*, e *Artocarpus atilis* (Figura 1).



Figura 1 - Moraceae frutíferas. A - *Morus nigra* L. B - *Artocarpus atilis*; C - *Artocarpus heterophyllus*; D - *Ficus carica*. Fonte: Sampaio, 2017.

Sabe-se que é prevalente nas regiões tropicais, entretanto, existem representantes nas áreas temperadas, embora seja em menor proporção. No Brasil, com a sua imensa biodiversidade, apresenta cerca de 30 % dos gêneros, que estão localizados, em sua maioria na floresta Amazônica (JACOMASSI, 2006).

O gênero *Artocarpus* é composto por aproximadamente 50 espécies que são amplamente distribuídas no mundo nas regiões tropicais e subtropicais (PORTO, 2011). Esse gênero *Artocarpus* consiste em compostos fenólicos que incluem flavonoides, jacalina, lectina e stilbenoides, os metabolitos secundários que são encontrados nos extratos das folhas, caule, fruta e casca contêm vários compostos ativos benéficos biologicamente ativos e esses compostos possuem várias atividades biológicas, como a antibacteriana, antitubercular, antiviral, antifúngica, antiplaquetária, antiartrítica, inibidor de tirosinase e citotoxicidade (SIKARWAR et al, 2014).

Os estudos relacionados com substâncias fenólicas, encontrados na espécie revelam diversas atividades biológicas e farmacológicas, atribuídos a sua presença e

a de seus derivados. As atividades biológicas mais estudadas com relação às folhas da espécie foram atividade antioxidante, antimicrobiana, antifúngica, antialérgica, antiinflamatória, antidiabético e antimalárico em levantamento bibliográfico realizada em maio e novembro 2017 no Scifinder.

Considerando o grande número de trabalhos publicados sobre utilização da espécie na China, Malásia e Índia com componentes ativos em preparações farmacêuticas, torna-se relevante um melhor conhecimento do uso tanto químico e farmacológico da espécie, tendo sua importância na contribuição do ensino, pesquisa e extensão para o desenvolvimento de novos fármacos.

2 | METODOLOGIA

2.1 Coleta e obtenção dos Extratos Vegetais

As folhas de *Artocarpus altilis* Parkinson foram coletadas em novembro de 2016, no Jardim de um fazendeiro no distrito Antônio Diogo (4°18'35.9"S 38°44'39.6"W) do município de Redenção-CE. Uma excicata da espécie foi preparada e depositada no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal Ceará (UFC) com numeração 60602. A identificação do material vegetal foi realizada pela botânica Professora Dra. Maria Iracema Loiola, do Departamento de Biologia da UFC.

As folhas secas e moídas (413,4 g) foram submetidas à maceração exaustiva com hexano a temperatura ambiente. A solução resultante foi concentrada em evaporador rotativo, para obtenção do extrato hexânico (EHFAA), obtendo-se 5,17 g de extrato. O procedimento de extração foi repetido com álcool etílico, rendendo 37,29 g de extrato etanólico (EEFAA).

2.2 Testes Fitoquímicos

Os testes para identificação dos metabólitos secundários presentes foram realizados através de reações gerais, seguindo a metodologia adaptada de (MATOS, 2009), e (COSTA, 2014). Pesou-se 1 g de cada extrato bruto e dissolveu-se em solução hidroalcoólica (80%), resultando em uma solução estoque de cada extrato. Os extratos hexânico e etanólico foram submetidos aos seguintes testes de acordo com a metodologia proposta por MATOS (2009) e (COSTA, 2014).

2.2.1 Testes para fenóis e taninos

Adicionou-se 3 gotas de solução alcoólica de FeCl_3 em 3 mL de solução estoque contida em tubo de ensaio. Adicionou-se também 3 gotas de FeCl_3 em tubo de ensaio contendo apenas água (Branco). Agitaram-se os tubos e aguardou-se possível a variação de cor ou formação de precipitado nas amostras.

2.2.2 Testes para antocianinas, antocianidinas e flavonoides

Foram adicionados em três tubos de ensaio 3 mL de solução estoque. No primeiro foi adicionado por HCl (1M) até pH 3, no segundo tubo NaOH 10 % até pH 8,5 e no terceiro tubo NaOH 10 % até pH 11. Agitaram-se os tubos e aguardou-se possível mudança de coloração.

2.2.3 Testes para leucoantocianidinas, catequinas, e flavonas

Foram separados dois tubos de ensaio e adicionou-se 3 mL de solução estoque em cada tubo. No primeiro tubo adicionou-se HCl (1 M) até pH 1-3, no segundo tubo NaOH 10 % até pH 11. Aqueceram-se os tubos em banho Maria cerca de 3 minutos, e agitaram-se bem os tubos e aguardou-se possível surgimento de mudança de cor por comparação com os tubos correspondentes usados no teste anterior.

2.2.4 Teste para flavonóis, flavanona, flavanonois e xantonas

Em um tubo de ensaio adicionou-se 3 mL de solução estoque juntamente com alguns centigramas de magnésio granulado e 0,5 mL de HCl concentrado. Após o termino da reação indicada pelo fim de efervescência observou-se por comparação visual ao tubo de teste anterior acidificado possível mudança de coloração na mistura de reação.

2.2.5 Teste para esteroides e triterpenos (Liebermann Burchard)

Adicionou-se 5 mL de solução estoque para um tubo de ensaio deixando evaporar o solvente em banho Maria até a secura. Adicionou-se 5 mL de diclorometano para a dissolução do extrato seco. Após esse processo, filtrou-se a solução. Adicionou-se 1 mL de anídrico acético, 2 mL de H₂SO₄ concentrado. Agitou-se bem o tubo e aguardou-se possível variação de cor na amostra.

2.2.6 Testes para heterosídeos saponínicos

Adicionou-se no resíduo insolúvel em diclorometano, obtido no teste anterior, 5 mL de água destilada para solubilização do mesmo. Em seguida filtrou-se a solução e transferiu-se para um tubo de ensaio filtrado. Agitou-se o tubo fortemente por 2 minutos e observou-se se havia formação de espuma persistente.

2.2.7 Teste para alcaloides

Levou-se a secura 10 mL da solução estoque em banho Maria. Adicionou-se o resíduo seco 1 mL de etanol e 2 mL de solução de HCl concentrado. Transferiu-se

1 mL da solução para cada 2 tubos ensaios. Adicionou-se em cada um dos tubos, respectivamente algumas gotas dos reagentes de precipitação de alcaloides: Mayer, e Dragendorff. Observou-se possível precipitação ou turvação das amostras.

2.3 Cromatografia em camada delgada (CCD)

Os extratos hexânico (EHFAA) e etanólico (EEFAA) das folhas de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg foram analisados por cromatografia em camada delgada (CCD).

Primeiramente prepararam-se as cromatoplasmas de vidro que foram lavadas com detergente e passou-se acetona em sua superfície. A sílica, fase estacionária utilizada, foi pesada 25 g de sílica gel da Merck, que foi suspensa em aproximadamente 50 ml de água, e aplicada nas cromatoplasmas de vidro deixando-as secar longe de qualquer umidade. Após secas foram levadas para ativação em estufa a 100°C por 30 minutos, e mantidas em aquecimento a 50°C. Os extratos hexânico e etanólico foram diluídos em clorofórmio e aplicados nas cromatoplasmas com auxílio de um capilar. Para a fase móvel foram utilizadas misturas de solventes hexano - acetato etila (8:2) e clorofórmio-metanol (9:1). A revelação das substâncias foi feita por pulverização das placas com solução de sulfato cérico [Ce(SO₄)₂], seguido de aquecimento (100°C) por 5 minutos em estufa. Utilizou-se também vapores de iodo para revelar as cromatoplasmas.

2.4 Toxicidade frente a larvas de *Artemia salina*

O teste de toxicidade frente a *Artemia salina* foi realizado seguindo a metodologia de (AMARANTE, 2011). Primeiramente preparou-se uma solução com NaCl na concentração de 60 g/L com pH na faixa de 8,0 - 9,0. Esta solução foi utilizada para eclosão dos ovos de *Artemia salina* e no preparo das soluções das amostras. Os ovos foram colocados para eclodir na solução salina por 24 horas por iluminação artificial em temperatura ambiente entre 26° C a 29° C.

Dissolveu-se 17 mg dos extratos hexânico e etanólico das folhas de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg em 17 mL de DMSO 1 % resultando em uma solução estoque de concentração 1 mg/mL ou 1000 ppm. Foram preparadas soluções salinas a partir da solução estoque nas concentrações (500, 250, 125, 62,5, 31,2 ppm). Cerca de 10 larvas de *Artemia salina* com idade de 24 horas foram transferidas para tubos de ensaio contendo 5 mL de solução salina 60 g/L. As larvas de *Artemia salina* foram incubadas sob iluminação artificial. O ensaio foi realizado em triplicata, sendo a contagem das larvas mortas e vivas realizada após 24 horas. A água salina foi o controle negativo do experimento. Passado as 24 horas de incubação das larvas de *Artemia salina*, realizou-se a contagem de exemplares de *Artemia salina* vivas e mortas sendo o percentual de sobrevivência calculado através da seguinte fórmula.

$$\% \text{ mortalidade} = \frac{x-y}{100-y} \times 100$$

(Equação 1)

Onde:

M= porcentagem de mortalidade

x = número de organismos mortos

y = número total de organismo no tubo

A relação entre dose e mortalidade, e o cálculo da DL_{50} foi através do Probit Analysis. De acordo com (AMARANTE, et al. 2011) o grau de toxicidade é dado da seguinte forma: baixa toxicidade quando a dose letal (DL_{50}) > 500 ppm; moderada para dose letal (DL_{50}) for entre 100 e 500 ppm e muito tóxico quando (DL_{50}) < 100 ppm.

2.5 Atividade de Inibição da Enzima Acetilcolinesterase (AChE)

O ensaio para detecção de inibição qualitativa da enzima AChE foi realizado com extratos brutos da espécie dissolvido em metanol para se obter uma concentração de 1 mg mL⁻¹. Então 1,5 - 2,5 µL de cada amostra foi aplicada em placa de sílica gel e eluída em clorofórmio- metanol (9:1). A cromatoplaça com as amostras testas foram pulverizadas com DTNB (ácido 5, 5'- ditiobis- [2- nitrobenzoíco) / ATCI (Iodeto de acetiltiocolina) (1 mM DTNB e 1 Mm ATCI em tampão tris pH 8) até que houvesse saturação com o reagente, mas não tanto para escorrer. Após a placa ter desenvolvido atividade inibitória um spot pode ser detectado utilizando revelador baseado no método de Ellman (ELLMAN, et al, 1961) modificado por Rhee (RHEE, et al, 2001). A placa pulverizada com DTNB e ATCI, depois de seca por 3-5 min foi pulverizada com 3 units/ mL da enzima dissolvida em tampão tris a pH 8. O teste demonstrara resultado positivos caso apresente manchas brancas em um campo amarelo da placa cromatográfica. Foi utilizado cafeína como padrão de análise.

2.6 Fator de proteção solar contra raios UV

Para determinação do comprimento de onda máximo de absorção (λ max) e determinação do FPS dos extratos hexânico e etanólico foi utilizado o método *in vitro* desenvolvida por Mansur et al (1986).

Inicialmente, pesou-se 5 mg de cada extrato que foram diluídos em 50 mL de etanol absoluto e transferiu-se a solução para um balão volumétrico 50 mL, resultando em uma solução mãe de concentração 100 mg/L.

A partir da solução mãe (100 mg L⁻¹) foram preparadas diluições resultando em concentrações de 5, 25 e 50 mg L⁻¹. As soluções foram preparadas em triplicata. Em seguida, foram realizadas medidas em espectrômetro Modelo T80 UV/Vis de comprimento de onda entre 190 - 400 nm, com intervalos de 5 nm. As leituras foram

realizadas com células de quartzo de 1 cm e o etanol utilizado como o branco. O cálculo do SPF foi obtido de acordo com a equação desenvolvida por Mansur et al. (1986):

$$\text{SPF}_{\text{Spectrometria}} = \text{FC} \cdot \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \cdot \text{I} \cdot \text{Abs}(\lambda)$$

(Equação 2)

Onde:

EE (λ) - espectro do efeito eritematoso;

I (λ) - espectro de intensidade solar;

Abs (λ) - absorvância do filtro solar;

CF - fator de correção (= 10).

Os valores de EE x I são constantes. Eles foram determinados por Mansur *et al.* (1979), e estão mostrados na Tabela 1.

Comprimento de onda (nm)	EE x I
290	0,015
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,839
320	0,018
Total	1,0000

Tabela 1 - valores empregados na determinação do FPS por espectrofotometria. Fonte: Mansur, *et al* (1986).

3 | RESULTADOS

Os testes fitoquímicos dos extratos permitiram identificar a presença de esteroides, alcaloides, triterpenos, taninos hidrolisáveis e fenóis nas folhas de *Artocarpus atilis* (Parkinson) Fosberg.

A análise em cromatografia em camada delgada (CCD) dos extratos hexânico e etanólico eluidos com Hexano- Acetato de Etila (8:2) e Clorofórmio- Metanol (9:1) utilizando sulfato cérico $[\text{Ce}(\text{SO}_4)_2]$ como revelador mostrou manchas nas colorações roxa indicando a possível presença de substâncias de natureza terpenóidica e verde indicando a possível a presença de clorofila (CHAVES, 1997). As cromatoplasmas estão ilustradas na Figura 2.

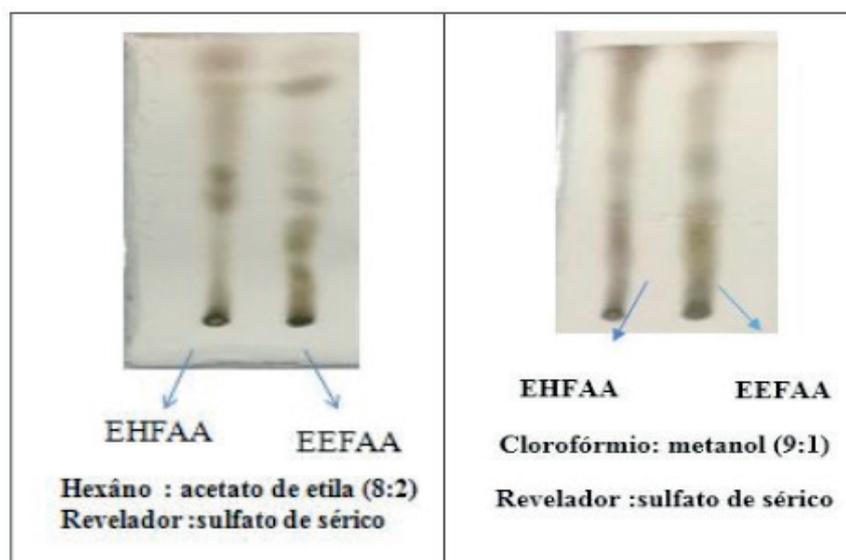


Figura 2 - Cromatoplaças com os extratos hexânico e etanólico das folhas *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg

A avaliação de toxicidade frente a *Artemia salina* apresentou uma concentração letal (DL_{50}) de 146,01 ppm para EHFAA e 65,397 ppm para EEFAA. De acordo com AMARANTE et al, 2011, o extrato hexânico das folhas de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, foi considerado moderadamente tóxico frente às larvas de *Artemia salina*, e o extrato etanólico das folhas de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, foi considerado altamente tóxico frente às larvas de *Artemia*.

Na revelação da placa de CCD (Figura 3) com DNTB/ACTI foi verificado uma mancha branca apenas para o extrato hexânico quando comparando ao padrão cafeína. No entanto a mancha não se apresentou tão intensa quando comparada ao padrão devido ao fato de concentração do padrão ser maior.

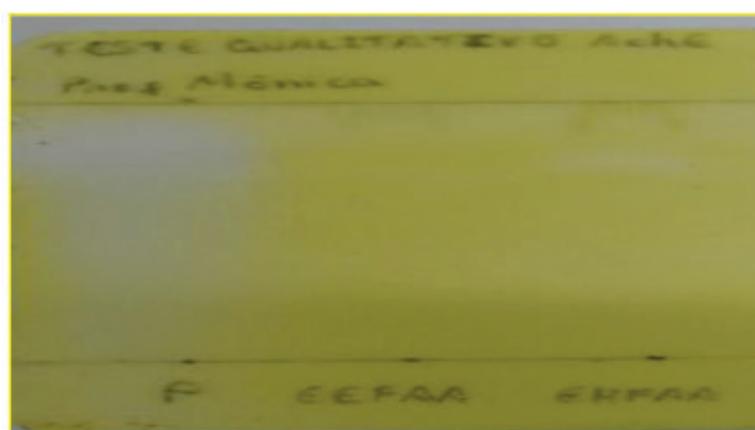


Figura 3 – Teste qualitativo AChE P= padrão; EEFAA; EHFAA

Os resultados obtidos para FPS dos extratos hexânico e etanólico representam a absorvância em relação ao comprimento de onda máximo (λ) numa faixa de 240 a 400, que compreende a faixa de radiação nociva (UVA 320 e 400 nm e UVB 290 e 320) responsável pelos danos de queimaduras solares (VIOLANTE, 2009). O extrato

hexânico apresentou comprimento de onda máximo em aproximadamente 215 nm (Gráfico 1) e o extrato etanólico apresentou comprimentos de ondas máximos em 220 e 280 nm (Gráfico 2), sendo ambos dentro da região Ultravioleta C (UVC 200- 290 nm). A radiação UVC é praticamente toda absorvida pela camada de ozônio, pouquíssima radiação chega à biosfera.

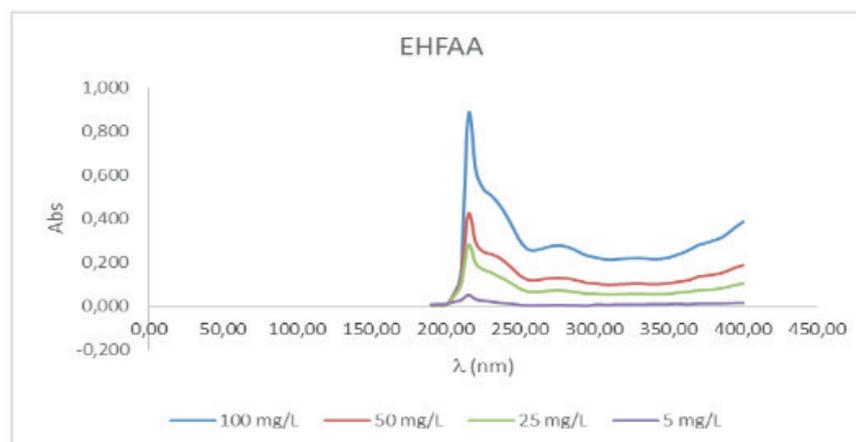


Gráfico 1 – Perfil de absorção espectrofotométrica do extrato hexânico de *Artocarpus. altilis* (Parkinson) Fosberg.

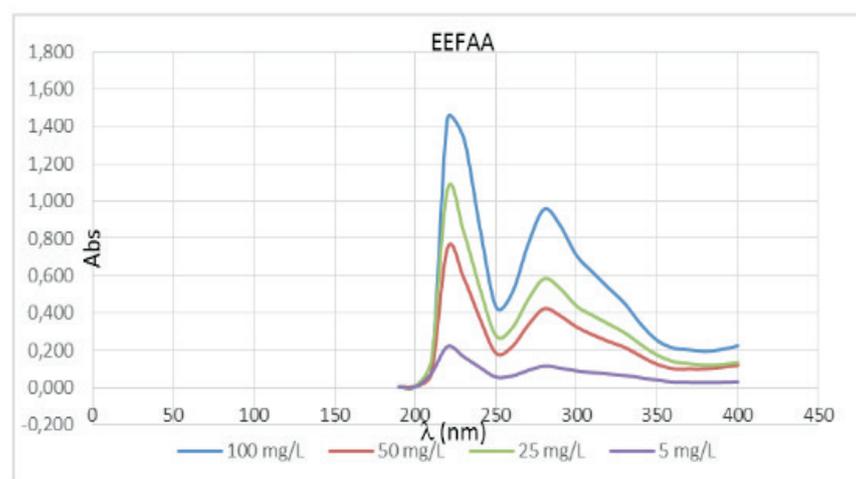


Gráfico 2 – Perfil de absorção espectrofotométrica do extrato etanólico de *Artocarpus. altilis* (Parkinson) Fosberg.

O fator de proteção calculado para o extrato hexânico e etanólico seguiu a metodologia de Mansur, 1986 que utilizava a região UVBL, que é considerado como a região de maior incidência dos raios UV devido a sua alta energia. De acordo com a equação 2, foi possível determinar um FPS para o extrato hexânico de 2,17 na concentração de 100 mg/mL, sendo considerando um FPS baixo, e o extrato etanólico um FPS de 6,65 na concentração de 100 mg/mL, sendo considerando também um FPS baixo, de acordo com as categorias de fotoprotetores baseados no valor de FPS (SCHALKA et al 2011).

4 | CONCLUSÃO

O presente trabalho estudou os extratos hexânico e etanólico das folhas de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. A análise fitoquímica dos extratos revelou a presença de esteroides, alcaloides, triterpenos, taninos hidrolisáveis e fenóis que foram corroborados pela análise em CCD permitindo inferir que se trata de uma espécie rica em metabólitos secundários, que possuem diversas propriedades farmacológicas já relatadas na literatura, e podendo fornecer moléculas que contribuem para o arsenal terapêutico.

O teste de toxicidade frente as larvas *Artemia salina*, revelou o extrato hexânico com DL_{50} 146,01 mg mL⁻¹, sendo considerando moderadamente tóxico, enquanto o extrato etanólico com DL_{50} 65,397 ppm considerado altamente tóxico.

Os testes de citotoxicidade pelo método MTT e larvicida frente a larvas de *Aedes aegypti* não mostraram resultados satisfatórios para ambos os extratos.

Apenas o extrato hexânico apresentou manchas brancas no teste de inibição da enzima acetilcolinesterase em CCD.

No teste de FPS o extrato hexânico apresentou comprimento de onda máximo em aproximadamente 215 nm e um fator FPS de 2,17 e o extrato etanólico comprimentos de absorção máximos em 220 e 280 nm e um fator de proteção de 6,65 ambos na concentração de 100 mg/mL.

Os resultados obtidos direcionarão para fracionamento cromatográfico do extrato hexânico devido aos resultados satisfatórios em relação ao teste de inibição da enzima acetilcolinestraxe com o intuito de isolamento de metabólitos secundários função com inibitória da enzima, de forma a contribuir com estudos farmacêuticos para o desenvolvimento de novos fármacos.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. B, et al. **Estudo fitoquímico biomonitorado pelos ensaios de toxicidade frente à *Artemia salina* e de atividade antiplasmódica do caule de *aninga* (*Montrichardia linifera*).** Acta Amazônica. Vol. 41(3): 431 – 434, 2011.

BASTOS, R. G. **Caracterização fitoquímica e avaliação das atividades biológicas dos extratos obtidos das folhas de *Eugenia florida* DC (*Myrtaceae*).** 2016. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, MG, 2016.

CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura tropical: a fruta-pão *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg.** ISSN 0101-2835, Belém, 1987.

CHAVES, Mariana H. **Análise de extratos de plantas por CCD: uma metodologia aplicada à disciplina “Química Organica”.** Química Nova 20(5), 1997.

COSTA, L. P de S. **Documentação química e farmacológica de espécies vegetais do cerrado e caatinga Piauiense.** Piauí, 2014.

ELLMAN, G. L. et al. **A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity.** *Biochemical Pharmacology*, v. 7, n. 2, p.88-95, jul. 1961.

FREITAS, De J. B.T. **Pão de árvore: Um estudo do caso sobre a fruta pão *Artocarpus altilis* Sp no Brejo Paraíba**. 2012. 35 f. Monografia (Engenheiro em Agronomia) -, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2012.

JACOMASSI, E. **Morfoanatomia e histoquímica de órgãos vegetativos e reprodutivos de *Brosimum gaudichaudii trécul* (Moraceae)**. Tese (Doutorado em ciências Biológicas (Botânica) - Universidade estadual paulista. Botacatu- SP, 2006.

MANSUR, J. S.; BREDER, M. N. R; MANSUR, M. C. A; AZULAY, R. D. **Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria**. Anais Brasileiro de Dermatologia, v.61, p.121-124, 1986.

MATOS, F. J. de. A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. 3 ed. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

PORTO, F. K. **Constituintes químicos da família Moraceae**. 2011. Monografia (Licenciatura em Química) - Faculdade de Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2011.

RHEE, I. K. Meent, M. V; Ingkaninan, K., Verpoorte, R. J. **Chromatogr. A**. v. 915, p 217-223, 2001.

SAMPAIO, P. A. **Utilização de planejamento fatorial como estratégia para o desenvolvimento tecnológico de extratos padronizados de *Morus nigra* L.** (Mestrado em Recursos Naturais do Semiárido) - Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina 2017.

SIKARWAR, M. S, *et al.* **A Review on *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg (breadfruit)** Journal of Applied Pharmaceutical Science Vol. 4, pp. 091-097, 2014.

VIOLANTE, I. M. P. et al. **Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso**. Rev. bras. farmacogn. [online]. 2009, vol.19, n.2a, pp. 452-457.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Júlio César Ribeiro - Engenheiro-Agrônomo formado pela Universidade de Taubaté - SP (UNITAU); Técnico Agrícola pela Fundação Roge - MG; Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Doutor em Agronomia - Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Pós-Doutorado no Laboratório de Estudos das Relações Solo-Planta do Departamento de Solos da UFRRJ. Possui experiência na área de Agronomia (Ciência do Solo), com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, fertilidade, química e poluição do solo, manejo e conservação do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: jcragronomo@gmail.com

Carlos Antônio dos Santos - Engenheiro-Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal-SP; Mestre em Fitotecnia pela UFRRJ. Atualmente é Doutorando em Fitotecnia na mesma instituição e desenvolve trabalhos com ênfase nos seguintes temas: Produção Vegetal, Horticultura, Manejo de Doenças de Hortaliças. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açúcares 25, 26, 28, 34, 81, 82, 83, 84, 85, 87

Agricultura de precisão 7, 167

Água residuária 10, 11, 20

AHP 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Algaroba 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Amostragem em suspensão 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33

Análise 1, 2, 3, 6, 10, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 27, 32, 33, 37, 38, 39, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 58, 60, 61, 65, 66, 67, 70, 82, 95, 96, 99, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 116, 117, 119, 127, 138, 140, 144, 157, 163, 165, 170, 171, 172, 179, 180, 183, 184, 190, 194, 196, 197, 198, 199, 206, 207, 211, 219, 221, 226, 227, 231, 242, 246

Análise envoltória de dados 58, 60, 67

Análise funcional 226, 227, 242

Artocarpus altilis 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 99, 100

Atividade antiparasitária 102

Avanços 78, 123, 202, 213

B

Bitcoin 222, 223, 224, 225

C

Canteiros de obras 145, 146, 155, 156

Celulose 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 126

Chuva 36, 37, 38, 39, 41, 42, 45, 47, 76

Ciclo educacional 179, 183

Ciclo vegetativo 7, 49, 53, 55, 56

Códigos linguísticos 189

Commodities 58, 59

Construção civil vertical 145

Curso agrotécnico 189

E

Educação 9, 68, 69, 79, 89, 158, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 197, 201, 202, 203, 209, 210, 211, 212, 213, 221, 245, 263, 265

Ensino 67, 92, 179, 180, 182, 183, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 243, 245, 252, 255, 256, 263

Ensino de ciências 189, 200, 201, 209, 211, 212, 214, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 252

Espaço não formal 199, 201, 209, 210

Espaços métricos 226, 227, 228, 231, 232, 236, 242

Evapotranspiração 16, 37, 49, 51, 52, 53, 55, 56, 169

F

F AAS 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 35

Fitoquímica 90, 99, 100

Fósforo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14

G

Geoestatística 167, 171

Gerenciamento de RCC 145, 146, 147, 148, 151, 154, 155

Gráficos 117, 119, 254, 255, 256, 263

H

Hymenaea courbaril 101, 102, 104, 105, 112, 113

I

Imagens 135, 136, 137, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 176, 177, 217, 242, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Índices de vegetação 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176

Indústria de papel 68, 70, 75

Indústria têxtil 68, 70, 75, 79

Investimento 179, 180, 183, 184, 185, 222

L

Leap-Frog 158, 159, 160

Lei de Hooke 243, 245, 246, 247, 248, 251, 252

Letramento científico 199, 203, 209, 210

M

Medição 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 160, 161

Melado de cana 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 84

Metais 3, 9, 12, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 126, 176

Meteorologia 36, 37, 39, 53

Micro-ondas 26, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129

Moda sustentável 68, 79

Modelos hiperbólicos 222, 223, 225

Moraceae 89, 90, 91, 100

N

Não-linearidade 243, 251

Nivelamento 74, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Nutrição de plantas 1

O

Oportunidade 179, 180, 182, 185, 186, 191, 256

P

Papel 2, 58, 59, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 128, 192, 206, 213, 216, 227, 231, 246, 249

Parâmetros 24, 27, 28, 30, 33, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 115, 116, 119, 137, 160, 163, 168, 174, 175, 177, 191, 222, 223, 224, 255, 263

Perímetro irrigado 1, 3, 8

Petróleo 1, 9, 10, 11, 13, 22, 23

Prosopis 81, 82, 87, 88

Q

Química verde 33, 123, 128

R

Recuperação 11, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 140, 143, 144

Regressão polinomial 243, 246, 251

Renda 49, 81, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186

Resíduos sólidos 68, 71, 76, 77, 80, 146, 147, 148, 155, 156

Restauração 132, 133, 134, 137, 138, 139, 143, 244, 245

Reuso 10, 22, 71, 72, 80, 132, 133, 137, 138, 140, 141, 142, 143

S

Saneantes 115, 117, 118, 121

Sequências de Cauchy 226

Simbiose industrial 68, 70, 71, 77, 78

Síntese 90, 104, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 220

T

Topografia 138, 139, 143, 158, 159, 165

Trading 222, 223

Trypanosoma cruzi 101, 102, 103, 111, 112

V

Validação de métodos 24, 34

Variáveis 22, 38, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 117, 175, 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 194, 204, 211, 222, 224, 254, 256

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-680-5

