



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 4**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 4

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 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109</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 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas 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
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911091	
CAPÍTULO 2	8
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2251911092	
CAPÍTULO 3	19
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911093	
CAPÍTULO 4	34
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE R_p	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
DOI 10.22533/at.ed.2251911094	
CAPÍTULO 5	41
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2251911095	

CAPÍTULO 6	51
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2251911096	
CAPÍTULO 7	64
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHIDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
DOI 10.22533/at.ed.2251911097	
CAPÍTULO 8	74
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2251911098	
CAPÍTULO 9	81
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2251911099	
CAPÍTULO 10	92
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110910	
CAPÍTULO 11	102
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
DOI 10.22533/at.ed.22519110911	

CAPÍTULO 12 111

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César
Yann Freire Marques Costa
Anderson Nascimento Milagres
Gian Fonseca dos Santos
Eduardo Souza Candido
Klinger Senra Rezende
Adonai Gomes Fineza

DOI 10.22533/at.ed.22519110912

CAPÍTULO 13 122

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso
Julia Santos Caetano
Jean Pierre Sayago
Joeci Ricardo Godoi
Rodrigo Souza Banegas
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.22519110913

CAPÍTULO 14 132

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva
Jorge Amim Júnior
Ana Lucia Shiguihara

DOI 10.22533/at.ed.22519110914

CAPÍTULO 15 144

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110915

CAPÍTULO 16 157

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho
Kelly Cristiane Gomes
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

DOI 10.22533/at.ed.22519110916

CAPÍTULO 17 183

ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Anita Lima Pimenta
Eliane Scheid Gazire

DOI 10.22533/at.ed.22519110917

CAPÍTULO 18 193

ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Patrícia Muniz de Oliveira
Isabela Poley
Estevam Barbosa Las Casas
Marina Spyer Las Casas
Janaina Dernowsek

DOI 10.22533/at.ed.22519110918

CAPÍTULO 19 205

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC

Dayana Castilho de Souza
Paulo Yoshio Kubota
Silvio Nilo Figueroa
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez
Caio Augusto dos Santos Coelho

DOI 10.22533/at.ed.22519110919

CAPÍTULO 20 218

LESSON STUDY: UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL

Renata Camacho Bezerra
Maria Raquel Miotto Morelatti

DOI 10.22533/at.ed.22519110920

CAPÍTULO 21 226

MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS

Paula M. S. Roma
Luiza C. Mourão
Marcelo P. Bemquerer
Erika M. Braga
Ubirajara Agero

DOI 10.22533/at.ed.22519110921

CAPÍTULO 22 232

PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES

Fábio Mendes Ramos
Fabricia Gracielle Santos
Daniel Martins Nunes

DOI 10.22533/at.ed.22519110922

CAPÍTULO 23	243
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
DOI 10.22533/at.ed.22519110923	
CAPÍTULO 24	253
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110924	
CAPÍTULO 25	267
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.22519110925	
CAPÍTULO 26	277
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
DOI 10.22533/at.ed.22519110926	
CAPÍTULO 27	289
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
DOI 10.22533/at.ed.22519110927	
CAPÍTULO 28	302
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.22519110928	

CAPÍTULO 29 310

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Armando Mendes Nogueira
Raphael Nogueira Rezende
Agda Silva Prado Oliveira
Adriano Bortolotti da Silva
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.22519110929

CAPÍTULO 30 315

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira
Fábio Abrantes Diniz
Elder Gonçalves Pereira
Francisco Paulo de Freitas Neto
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.22519110930

CAPÍTULO 31 329

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert
Cassiano Scott Puhl

DOI 10.22533/at.ed.22519110931

CAPÍTULO 32 339

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior
Fabiano Medeiros Tavares
Ítalo Cordeiro Silva Lima
Delfim Dias Bonfim
Lucyano Campos Martins
Nailson Martins Dantas Landim
Haryson Huan Arruda da Silva Santos
Douglas Ferreira Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110932

CAPÍTULO 33 349

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli
Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim

DOI 10.22533/at.ed.22519110933

CAPÍTULO 34 363

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos
Amanda Morlos

DOI 10.22533/at.ed.22519110934

CAPÍTULO 35	376
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.22519110935	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	387
ÍNDICE REMISSIVO	388

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Lucivania Rodrigues dos Santos

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Adonias Almeida Carvalho

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Instituto Federal do Piauí – IFPI (Campus Piri-piri)
Piri-piri – Piauí

Renato Pinto de Sousa

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Gerardo Magela Vieira Júnior

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Ruth Raquel Soares de Farias

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Mariana Helena Chaves

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

RESUMO: O estudo fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Simaba ferruginea* (Simaroubaceae) resultou no isolamento e identificação do composto fenólico ácido elágico (**1**) e do flavonoide quercitrina (**2**). O

composto **1** está sendo relatado pela primeira vez no gênero *Simaba*. O extrato, bem como as frações provenientes da partição deste apresentaram atividade antioxidante frente ao radical DPPH, sobretudo a fração acetato de etila, seguida da fração diclorometano. O extrato e fração acetato de etila exibiram os menores valores de CE_{50} e maiores percentuais de atividade antioxidante e teores de fenóis totais, determinado pelo método de Folin-Ciocalteu. O potencial antioxidante do extrato etanólico e das frações pode ser em parte atribuído a presença de compostos fenólicos ácido elágico e quercitrina.

PALAVRAS-CHAVE: ácido elágico, quercitrina, fenóis totais, *Simaba ferruginea*, Simaroubaceae

ABSTRACT: The phytochemical study of the ethanolic extract of the leaves of *Simaba ferruginea* (Simaroubaceae) resulted in the isolation and identification of the phenolic compound ellagic acid (**1**) and the flavonoid quercitrin (**2**). Compound **1** is being reported for the first time in the genus *Simaba*. The extract, as well as the fractions from the partition, showed antioxidant activity against the DPPH radical, especially the ethyl acetate fraction, followed by the dichloromethane fraction. The extract and ethyl acetate fraction showed the lowest values of IC_{50} and higher of percentage of antioxidant activity and total phenol contents,

determined by the Folin-Ciocalteu method. The antioxidant potential of the ethanolic extract and fractions can be partly attributed to the presence of phenolic compounds ellagic acid and quercitrin.

KEYWORDS: ellagic acid, quercitrin, total phenol contents, *Simaba ferruginea*, Simaroubaceae

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Simaba* Aubl. (Simarubaceae) possui aproximadamente 35 espécies (NUNOMURA et al., 2012), destas 22 espécies e duas subespécies são encontradas no Brasil, distribuídas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-oeste e Sudeste (BARBOSA et al., 2011; FORZZA et al., 2010; PIRANI; THOMAS, 2015). As espécies de *Simaba* são fontes ricas de quassinoides e alcaloides indólicos do tipo cantinona, sendo os quassinoides os marcadores taxonômicos do gênero e família. Outras classes de compostos encontrados no gênero incluem triterpenoides, flavonoides, esteroides, cumarinas e antraquinonas (ALVES et al., 2014; BARBOSA et al., 2011; MESQUITA-SAAD; CABRAL, 1997; NUNOMURA et al., 2012; SARAIVA et al., 2006). Estudos farmacológicos relatam as atividades antimalárica, antitumoral, fitotóxica, inseticida, antiparasitária, antiviral, anti-inflamatória, antileucêmica e antiúlcera em espécies de *Simaba* (ALMEIDA et al., 2007; ARRIAGA et al., 2002; BARBOSA et al., 2011).

A espécie *Simaba ferruginea* A. St.-Hill, conhecida popularmente como calunga, calunga ferruginea e féo da terra, é endêmica e nativa do cerrado brasileiro (FORZZA et al., 2010; NOLDIN et al., 2005; NOLDIN, 2005; PIRANI; THOMAS, 2015) e empregada na medicina tradicional no tratamento de úlceras gástricas, diarreia, febre, reumatismo, obesidade, entre outras (CUNHA et al., 2008; NOLDIN et al., 2005). Estudos fitoquímicos relatam o isolamento dos alcaloides cantin-6-ona e 4-metoxicantin-6-ona no extrato metanólico do rizoma (ALMEIDA et al., 2011; CUNHA et al., 2008; NOLDIN et al., 2005), bem como do esteroide sitosterol e do flavonoide quercitrina no extrato das folhas (NOLDIN, 2005). Comprovaram as atividades antiúlcera, antinociceptiva, antifúngica e antimicrobiana no rizoma (ALMEIDA, et al., 2011, NOLDIN, 2005; NOLDIN et al., 2005; SILVA JUNIOR, et al., 2009) e antiúlcera nas folhas (NOLDIN, 2005).

Com o intuito de contribuir com o conhecimento quimiotaxonômico do gênero *Simaba* esse estudo teve como objetivo realizar o isolamento e identificação dos constituintes químicos e avaliar o potencial biológico dos extratos e frações das folhas da espécie *S. ferruginea*.

2 | METODOLOGIA

As folhas de *S. ferruginea* St. Hil. foram coletadas em agosto de 2013 em Jerumenha - PI (S 07° 02' 29,5", W 43° 24' 58,3", altitude: 236 m). A espécie foi

identificada pela bióloga Dra. Ruth Raquel Soares de Farias e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso da Universidade Federal do Piauí – UFPI, com o número de registro TEPB 30117 e cadastro de acesso SisGen nº AAB530D. O material vegetal foi seco e moído (1381 g) e submetido à maceração exaustiva com etanol (98%). O solvente foi removido em evaporador rotativo à pressão reduzida e a água residual por liofilização, fornecendo o extrato etanólico das folhas (389 g).

Uma alíquota de 200 g do extrato foi suspensa em 600 mL de MeOH/H₂O (1:1) e submetida a partição, resultando nas frações hexânica (FH, 40 g), diclorometano (FDCM, 4 g), acetato de etila (FEA, 109 g) e aquosa (FA, 47 g). Durante o processo de partição um precipitado (ppt1) foi formado na interfase da fração hexânica e hidroalcoólica, sendo então removido e suspenso em MeOH, obtendo-se o sobrenadante S (2,1 g) e o precipitado ppt2 (1,5 g) que foi analisado por IV, RMN de ¹H e de ¹³C e identificado como o composto **1**.

O sobrenadante S (2,0 g) foi fracionado em coluna de gel de sílica, eluída com CHCl₃/MeOH, em ordem crescente de polaridade, fornecendo 95 frações (S1-S95) que foram reunidas em 16 grupos, com base no perfil em cromatografia em camada delgada. O grupo S-46 (46-52; 99,5 mg) foi submetido a cromatografia em coluna de Sephadex LH-20, eluída com MeOH (100%), fornecendo 34 frações as quais foram reunidas em 10 subgrupos. O subgrupo SS 21 (21-25, 50 mg) foi obtido como um sólido amarelo, analisado por RMN de ¹H e de ¹³C e identificado como **2**.

As análises por ressonância magnética nuclear de hidrogênio e carbono-13 (RMN de ¹H e de ¹³C) foram realizadas em espectrômetro Varian INOVA-modelo 400, operando a 400 MHz para o ¹H e 100 MHz para o ¹³C. Foram utilizados DMSO-*d*₆ ou CD₃OD como solventes e TMS como referência interna.

A atividade antioxidante dos extratos e frações de *S. ferruginea* foi determinada pelo método de sequestro do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila), por meio da interpolação da absorvância das amostras contra uma curva analítica construída com soluções metanólicas de DPPH nas concentrações de 1 a 35 μg mL⁻¹ (SOUSA et al., 2007).

As medidas das absorvâncias das misturas reacionais, constituídas de 0,3 mL de solução das amostras (nas concentrações de 25, 50, 100, 150, 200 e 250 μg mL⁻¹) com 2,7 mL da solução de DPPH (40 μg mL⁻¹), foram feitas a 516 nm, em espectrofotômetro UV-Vis Lambda-25 da PerkinElmer, e monitoradas até 30 minutos de reação. A mistura de metanol (2,7 mL) e solução metanólica das amostras (0,3 mL) foi utilizada como branco. O percentual de atividade antioxidante (%AA) foi determinado conforme a Equação 1, onde Abs_{DPPH} é a absorvância inicial da solução metanólica de DPPH; Abs_{amostra} é a absorvância da mistura reacional e Abs_{branco} é a absorvância do branco.

$$\%AA = \{[Abs_{DPPH} - (Abs_{amostra} - Abs_{branco})] \times 100\} / Abs_{DPPH}$$

Equação 1

Os resultados foram expressos pelo valor da CE_{50} definida como concentração eficiente em $\mu\text{g mL}^{-1}$ da amostra capaz de reduzir em 50% a concentração do radical livre DPPH (SOUSA et al., 2007).

O conteúdo de fenóis totais dos extratos e frações de *S. ferruginea* foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu como descrito por Sousa et al. (2007). Uma alíquota de 100 μL das soluções metanólicas das amostras ($1000 \mu\text{g mL}^{-1}$) foi transferida para um balão volumétrico e adicionados 500 μL do reagente Folin-Ciocalteu, 5,0 mL de água destilada e agitado por um minuto. Em seguida adicionou-se 2,0 mL da solução de carbonato de sódio 15% (m/v) com agitação por 30 segundos. O volume de 10 mL foi completado com água destilada. Após duas horas de reação, as absorvâncias das amostras foram medidas a 750 nm. Para o branco realizou-se o mesmo procedimento substituindo-se a solução da amostra por 100 μL de metanol. O conteúdo de fenóis totais foi expresso em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de extrato (mg EAG g^{-1}) obtido a partir da curva analítica construída com padrão de ácido gálico ($0,1\text{-}2,5 \mu\text{g mL}^{-1}$, $R=0,999$).

2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *S. ferruginea* resultou no isolamento e identificação do composto fenólico ácido elágico (**1**) e do flavonoide quercitrina (**2**) (Figura 1). As fórmulas estruturais foram identificadas por métodos espectroscópicos de IV, RMN de ^1H e de ^{13}C (incluindo DEPT 90° e 135°) e por comparação com dados descritos na literatura.

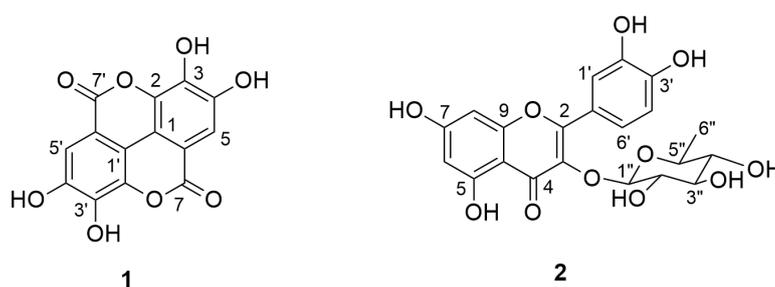


Figura 1. Constituintes químicos isolados do extrato etanólico das folhas de *S. ferruginea*

O composto **1** (1,5 g) foi isolado como um sólido amorfo branco e solúvel em dimetilsulfóxido. O espectro na região do infravermelho (Figura 2) apresentou absorções em 3558 e 3070 cm^{-1} de vibrações de estiramento O-H livre e ligada, respectivamente, em 1692 cm^{-1} de estiramento C=O conjugada, entre 1450-1616 cm^{-1} correspondentes a estiramento C-C de aromático e em 1394 cm^{-1} de estiramento C-O (ZHANG et al., 2004).

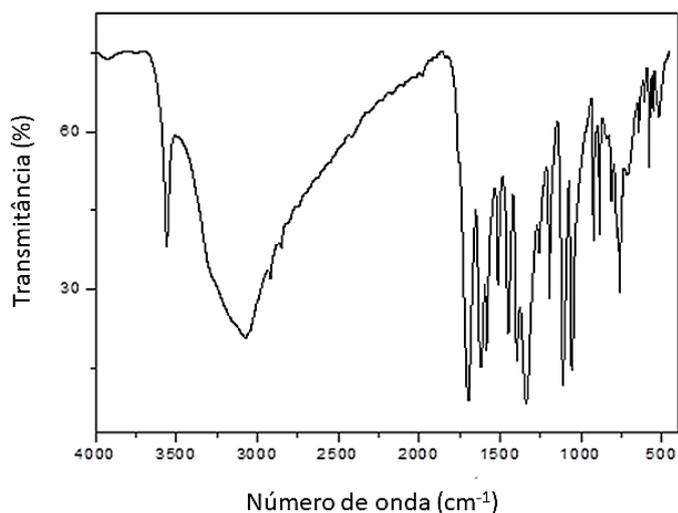


Figura 2. Espectro de IV (KBr) do composto 1.

Os espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C apresentaram sinais característicos de derivado de ácido gálico (Figura 3). O espectro de RMN de ^1H mostrou um único sinal em δ_{H} 7,46 (2H, s) atribuído aos hidrogênios H-5 e H-5', enquanto que o espectro de RMN de ^{13}C apresentou sete sinais (Tabela 1).

A análise do espectro DEPT 135° revelou apenas um sinal em δ_{C} 110,4 que foi atribuído aos carbonos metínicos C-5 e C-5'. Os demais sinais tratam-se de carbonos não hidrogenados, destes, um em δ_{C} 159,2 foi atribuído aos carbonos da carbonila, C-7 e C-7'. Os dados espectroscópicos obtidos em comparação com os descritos na literatura (CUI et al., 2002; SILVA et al., 2007), permitiram identificar o composto **1** como sendo o ácido elágico.

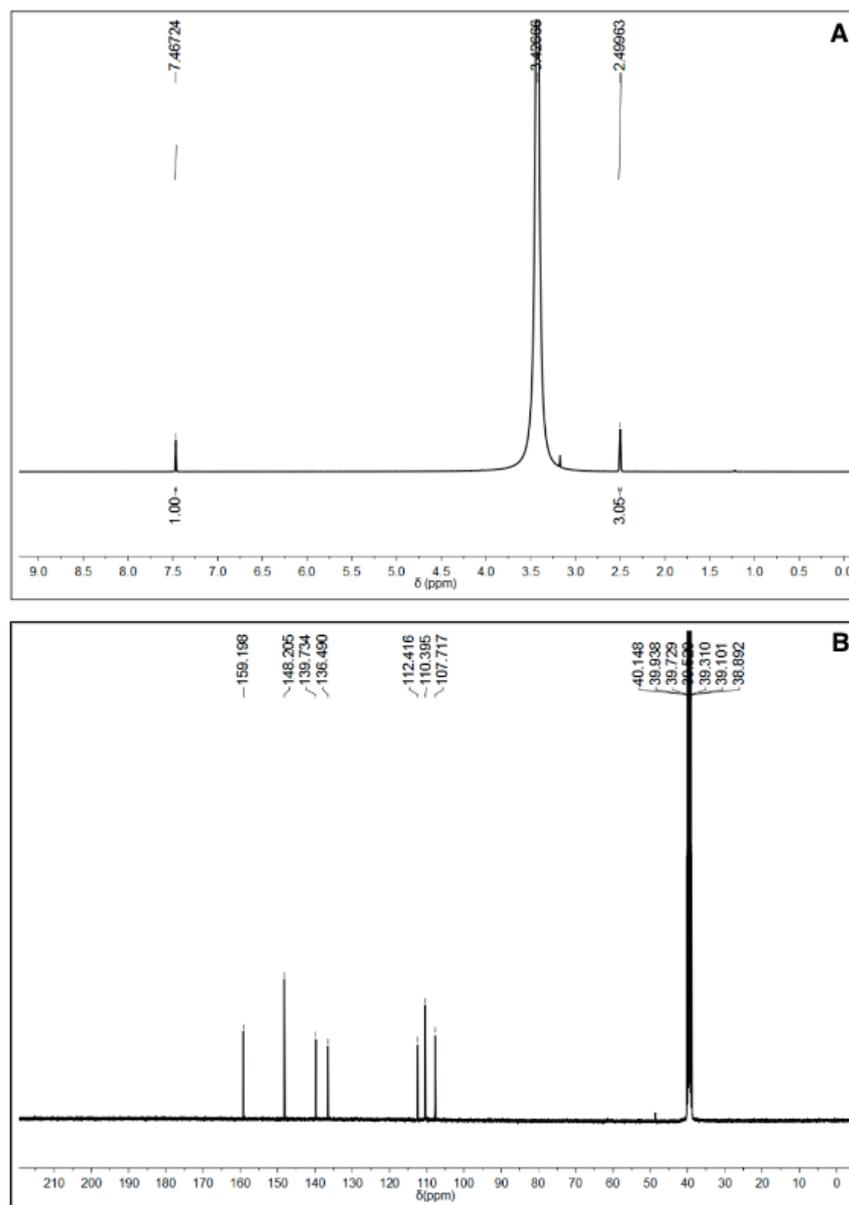


Figura 3. Espectro de RMN de ^1H (A) e de ^{13}C (B) do composto 1 (DMSO- d_6 , 400 e 100 MHz).

O ácido elágico é um agente quimiopreventivo eficaz para toxicidade induzida por níquel, reduz o estresse oxidativo (AHMED et al., 1999) e apresenta ainda atividades antifúngica (LI et al., 2015), antioxidante (HAYES et al., 2011), antinociceptiva (MANSOURI, 2015), hepatoprotetora, antiviral e anticâncer, entre outros (GIRISH; PRADHAN, 2008). Este composto foi anteriormente identificado no extrato aquoso das cascas do caule de *Simarouba amara* (Simaroubaceae) (MARANHÃO et al., 2014) e isolado a partir das folhas de *Holacantha emoryi* (Simaroubaceae) (STOCKLIN; SILVA; GEISSMAN, 1969), entretanto, este é o primeiro relato do isolamento desse composto em plantas do gênero *Simaba*.

C	Tipo de C	δ_H	δ_C (ppm)	
			1	Ácido elágico*
1,1'	C		112,4	112,4
2,2'	C		136,5	136,4
3,3'	C		139,7	139,7
4,4'	C		148,2	148,5
5,5'	CH	7,46 (s)	110,4	110,2
6,6'	C		107,7	107,5
7,7'	C		159,2	159,2

Tabela 1. Dados de RMN de ^1H e de ^{13}C (400 e 100 MHz, DMSO- d_6) do composto **1**.

*Dados em DMSO- d_6 relatados por Silva et al. (2007).

O composto **2** (50,0 mg) foi isolado como um sólido amarelo e solúvel em metanol. Os espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C (Figuras 4, Tabela 2) apresentaram perfis característicos de flavonoides glicosilados, evidenciados pela presença de sinais entre δ_H 3,2-4,2 e d_C 71,9-73,2 referentes a presença de açúcar e entre δ_H 6,14-7,29 correspondentes aos hidrogênios de anel aromático.

O espectro de RMN de ^1H apresentou um duplete em δ_H 5,30 ($J=1,4$ Hz) característico de hidrogênio de carbono anomérico em açúcar com configuração α e um duplete em δ_H 0,90 ($J=6,1$ Hz) referente a hidrogênio de carbono metílico, sugerindo a presença de unidade α -L-ramnosídica. Os dupletos em δ_H 6,14 e 6,30 ($J=2,0$ Hz), característicos de hidrogênios em posição *meta*, foram atribuídos a H-6 e H-8 do anel A, respectivamente. Os sinais em δ_H 7,29 (d, $J=2,0$ Hz), 7,25 (dd, $J=2,0$ Hz e 8,3 Hz) e 6,86 (d, $J=8,3$ Hz) são referentes a H-2', H-6', H-5' definiram o padrão 1,3,4-trissubstituído para o anel B.

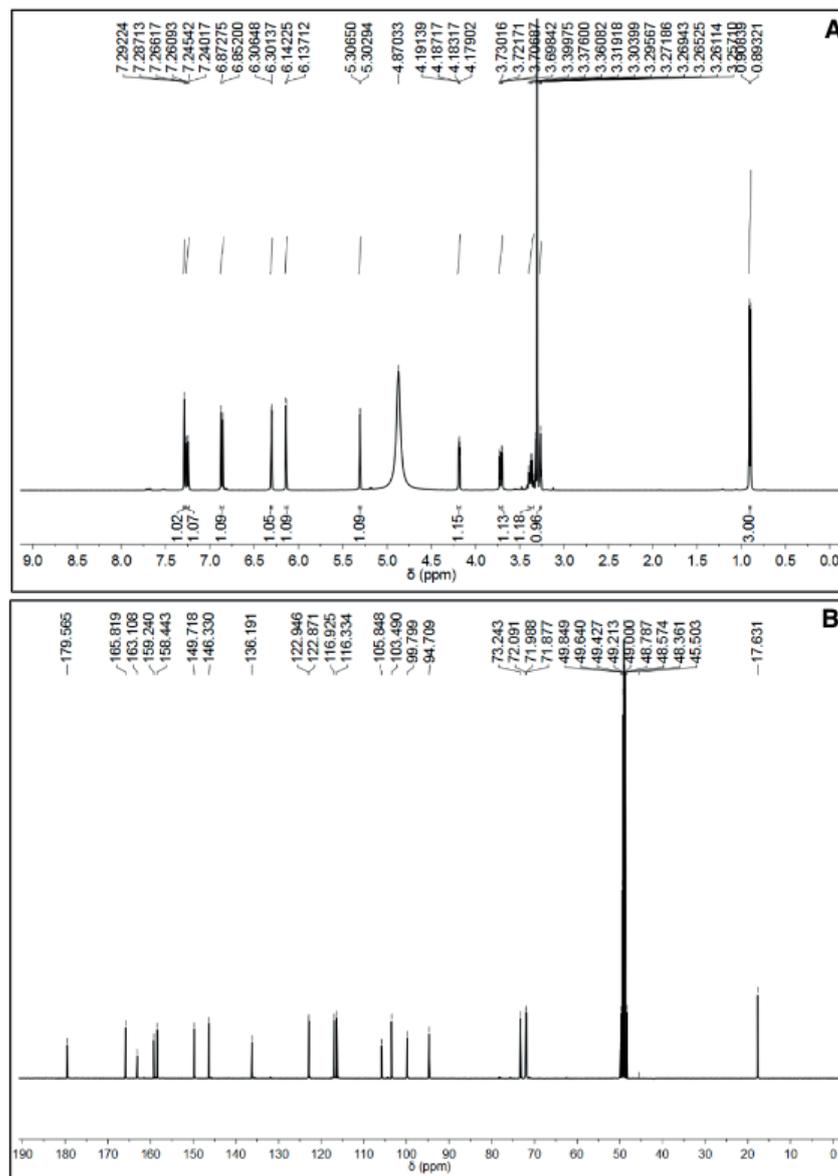


Figura 4. Espectro de RMN de ^1H (A) e de ^{13}C (B) do composto **2** (CD_3OD , 400 e 100 MHz).

Os espectros de RMN de ^{13}C , DEPT 135° e 90° evidenciaram a presença de 21 sinais, sendo quinze referentes à aglicona e seis a uma unidade de açúcar. O sinal em d_c 179,6, característico de carbonila, é referente à C-4. Os sinais em d_c 17,6 do carbono metílico (C-6''), entre δ_c 71,9-73,2, atribuídos a quatro carbonos metínicos (C-2'' a C-5'') e em δ_c 103,5, característico de carbono anomérico (C-1''), confirmaram a presença da unidade α -L-ramnosídica.

Os dados espectroscópicos obtidos em comparação com os descritos na literatura (ALBUQUERQUE et al., 2014; LU; HU; XIA, 2010) permitiram identificar o composto **2** como sendo o flavonoide quercetina-3-*O*- α -L-ramnosídeo, também conhecida como quercitrina.

A quercitrina apresenta atividade antioxidante (ARTANTI; MA'ARIFA; HANAFI, 2006), fototóxica (WILHELM et al., 2001), antibacteriana (ARIMA et al.; 2002), neuroprotetora (MA et al., 2015), leishmanicida (SILVA; MAQUIAVELI; MAGALHÃES, 2012), anticancerígena (CINCIN et al., 2014), anti-inflamatória (CAMUESCO et al.,

2006) e ação protetora da pele contra danos oxidativos induzidos por exposição à radiação UVB (YIN et al., 2013). Este composto foi isolado anteriormente na fração acetato de etila das folhas de *S. ferruginea* (NOLDIN et al., 2005).

C	Tipo de carbono	2		Quercetina-3-O- α -L-ramnosídeo*
		d _c (ppm)	δ _H (ppm)	
2	C	158,4		158,4
3	C	136,2		136,2
4	C=O	179,6		179,6
5	C	163,1		163,1
6	CH	99,8	6,14 (d, J = 2,0)	99,8
7	C	165,8		165,8
8	CH	94,7	6,30 (d, J = 2,0)	94,7
9	C	159,2		159,2
10	C	105,8		105,8
1'	C	122,9		122,9
2'	CH	116,9	7,29 (d, J = 2,0)	116,9
3'	C	146,3		146,3
4'	C	149,7		149,7
5'	CH	116,3	6,86 (d, J = 8,3)	116,3
6'	CH	122,8	7,25 (dd, J = 8,3 e 2,0)	122,8
1''	CH	103,5	5,30 (d, J = 1,4)	103,5
2''	CH	71,9	4,19 (dd, J = 1,4 e 3,4)	71,8
3''	CH	72,1	3,71 (dd, J = 3,4 e 9,3)	72,1
4''	CH	73,2	3,27 (m)	73,2
5''	CH	72,0	3,38 (m)	72,0
6''	CH ₃	17,6	0,90 (d, J = 6,1)	17,6

Tabela 2. Dados de RMN de ¹H e de ¹³C (400 e 100 MHz, δ /ppm, J/Hz, CD₃OD) do composto 2.

*Dados em CD₃OD relatados por Albuquerque et al. (2014).

Compostos fenólicos, como ácido gálico (1) e a quercitrina (2), são reconhecidos por possuírem atividade antioxidante, que é a capacidade de combater e/ou reduzir o estresse oxidativo ocasionado pela produção excessiva de radicais livres no organismo, estes por sua vez estão relacionados ao surgimento de diversas enfermidades como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares, distúrbios gastrointestinais, doenças neurodegenerativas, entre outras (BARHÉ, 2014; CARMONA-JIMÉNEZ, 2014; WU; KOSTEN; ZHANG, 2013; OLIVEIRA, 2012).

Diversos métodos têm sido utilizados para determinação de atividade antioxidante, dentre eles, o método de sequestro de radical livre DPPH, de cor púrpura que na presença de uma espécie antioxidante é reduzido a um composto mais estável de coloração amarela. Todas as frações provenientes do extrato etanólico possuem atividade antioxidante (Tabela 3), sobretudo a fração acetato de etila que apresentou o maior percentual de atividade antioxidante e menor valor de CE₅₀, indicando que a partição do extrato concentrou a maior parte das substâncias

antioxidantes nesta fração. O extrato etanólico e a fração acetato de etila foram mais ativas que os controles positivos rutina e BHT (butilhidrotolueno). As frações hexânica e diclorometano foram menos ativas não sendo possível calcular a CE_{50} , pois não houve redução em 50% do radical DPPH nas concentrações testadas. O extrato etanólico apresentou atividade antioxidante superior ao relatado para outros extratos de espécies da família Simaroubaceae (ALBOUCHI et al., 2013).

O teor de fenóis totais do extrato das folhas e frações de *S. ferruginea* obedeceu a seguinte ordem: FAE>EEF>FA>FDCM>FH (Tabela 3). Mostrando que os compostos fenólicos ficaram mais concentrados na fração acetato de etila após a partição do extrato. Este resultado comparado com os dados de fenóis totais obtidos para cinco espécies estudadas por Sousa et al. (2007) mostram que o extrato etanólico das folhas de *S. ferruginea* e fração acetato de etila exibiram conteúdo de fenóis totais superiores aos extratos de quatro delas.

Estes dados correlacionam com a atividade antioxidante, uma vez que os compostos fenólicos são responsáveis por tal atividade. Em geral, quanto maior o conteúdo de fenóis totais de uma amostra, maior sua atividade antioxidante.

Amostras	FT	%AA \pm DP*	CE_{50}
	mg EAG g ⁻¹ de amostra \pm DP		$\mu\text{g mL}^{-1} \pm$ DP
EEF	565,25 \pm 4,65	92,75 \pm 0,20	42,00 \pm 3,20
FH	119,55 \pm 1,96	21,32 \pm 3,31	nd
FDCM	233,52 \pm 2,92	46,46 \pm 1,41	nd
FAE	654,94 \pm 3,59	95,96 \pm 0,17	32,67 \pm 0,63
FA	345,23 \pm 2,77	91,08 \pm 0,25	91,87 \pm 3,78
Rutina	nd	94,14 \pm 0,22	47,06 \pm 4,65
BHT	nd	89,88 \pm 0,83	69,34 \pm 5,53

Tabela 3. Conteúdos de fenóis totais (FT) e atividade antioxidante (%AA e CE_{50}) do extrato e frações de *S. ferruginea*.

EAG: equivalente de ácido gálico; DP: desvio padrão; nd: não determinado. EEF: extrato etanólico das foas, FH: fração hexânica, FDCM: fração diclorometano, FAE: fração acetato de etila e FA: fração aquosa; CE_{50} : concentração eficiente mínima, *concentração de 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

3 | CONCLUSÃO

O estudo químico das folhas de *S. ferruginea* resultou no isolamento dos compostos fenólicos ácido elágico (1) e quercetina-3-*O*- α -L-ramnosídeo (quercitrina) (2).

Na análise de atividade antioxidante, a fração acetato de etila e o extrato etanólico das folhas apresentaram os maiores percentuais de atividade antioxidante, com CE_{50} de 32,67 \pm 0,63 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e 42,00 \pm 3,20 $\mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente, bem como os maiores teores de fenóis totais. Estes resultados podem ser justificados, em parte, pela presença dos compostos fenólicos ácido elágico (1) e quercetina-3-*O*- α -

L-ramnosídeo (quercitrina) (2) isolados do extrato etanólico das folhas. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento da composição química e potencial biológico da espécie *S. ferruginea*.

4 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas de J. S. S. M. Oliveira, L. R. Santos, R. P. Sousa e M. H. Chaves (302470/2018-2) e ao INCTBioNat (465637/2014-0).

REFERÊNCIAS

- AHMED, S. et al. Ellagic acid ameliorates nickel induced biochemical alterations: diminution of oxidative stress. **Human & Experimental Toxicology**, v. 18, n. 11, p. 691-698, 1999.
- ALBOUCHI, F. et al. Phytochemicals, antioxidant, antimicrobial and phytotoxic activities of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle leaves. **South African Journal of Botany**, v. 87, p. 164-174, 2013.
- ALBUQUERQUE, C. H. et al. Flavonoides glicosilados de *Erythroxylum pulchrum* A. St.-Hil. (Erythroxylaceae). **Química Nova**, v. 37, n. 4, p. 663-666, 2014.
- ALMEIDA, E. S. S. et al. Pharmacological mechanisms underlying the anti-ulcer activity of metanol extract na cathin-6-one of *Simaba ferruginea* A. St-Hil. in animal models. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 134, n. 3, 630-636, 2011.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. Ocorrência e atividade biológica de quassinoides da última década. **Química Nova**, v. 30, n. 4, pp. 935-951, 2007.
- ALVES, I. A. B. S. et al. Simaroubaceae Family: botany, chemical composition and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 3, p. 481-501, 2014.
- ARIMA, H.; ASHIDA, H.; DANNO, G. Rutin-enhanced Antibacterial Activities of Flavonoids against *Bacillus cereus* and *Salmonella enteritidis*. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 66, n. 5, p. 1009-1014, 2002.
- ARRIAGA, A. M. C. et al. Chemical constituents of *Simarouba versicolor*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.74, n.3, pp.415-424, 2002.
- ARTANTI, N.; MA'ARIFA, Y.; HANAFI, M. Isolation and identification of active antioxidant compound from star fruit (*Averrhoa carambola*) mistletoe (*Dendrophthoe pentandra* (L.) miq.) ethanol extract. **Journal of Applied Sciences**, v. 6, p.1659-1663, 2006.
- BARBOSA, L. F.; BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I. J. C. Chemical Constituents of Plants from the Genus *Simaba* (Simaroubaceae). **Chemistry & Biodiversity**, v. 8. p. 2163-2178, 2011.
- BARHÉ, T. A.; TCHOUYA, G. R. F. Comparative study of the anti-oxidant activity of the total polyphenols extracted from *Hibiscus Sabdariffa* L., *Glycine max* L. Merr., yellow tea and red wine through reaction with DPPH free radicals. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 9, p. 1-8, 2014.
- CAMUESCO, D. et al. Dietary olive oil supplemented with fish oil, rich in EPA and DHA (n-3) polyunsaturated fatty acids, attenuates colonic inflammation in rats with DSS-induced colitis. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 4, p. 687-694, 2005.

- CARMONA-JIMÉNEZ, Y. et al. Simplification of the DPPH assay for estimating the antioxidante activity of wine and wine by-products. **Food Chemistry**, v. 165, p. 198-200, 2014.
- CINCIN, Z. B. et al. Molecular mechanisms of quercitrin-induced apoptosis in nonsmall cell lung cancer. **Archives of Medical Research**, v. 45, n. 6, p. 445-454, 2014.
- CUI, C. B. et al. A new polyphenolic compound from *Rubus aleaefolius* and its inhibitory activity on mammalian cell cycle at G0/G1 Phase. **Chinese Chemical Letters**, v. 13, n. 4, p. 327-330, 2002.
- CUNHA, G. P. et al. Utilization of chitin and chitosan as chromatography supports for separation of alkaloids from dichloromethane extract of *Simaba ferruginea*. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 27, n. 2, 255-257, 2008.
- FORZZA, R. C.; et al. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, Rio de Janeiro. v. 2, 2010.
- GIRISH, C.; PRADHAN, S. C. Drug development for liver diseases: focus on picroliv, ellagic acid and curcumin. **Fundamental & Clinical Pharmacology**, v. 22, n. 6, p. 623-632, 2008.
- HAYES, J. E. et al. Phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of four commercial phytochemical products: Olive leaf extract (*Olea europaea* L.), lutein, sesamol and ellagic acid. **Food Chemistry**, v. 126, n. 3, p. 948-955, 2011.
- LI, Z. J. et al. Antifungal activity of ellagic acid *in vitro* and *in vivo*. **Phytotherapy research**, v. 29, n. 7, p. 1019-1025, 2015.
- LU, R. L.; HU, F. L.; XIA, T. Activity-guided isolation and identification of radical scavenging components in Gao-Cha Tea. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 8, p. H239-H243, 2010.
- MA, J. Q. et al. Quercitrin offers protection against brain injury in mice by inhibiting oxidative stress and inflammation. **Food & Function**, v. 7, n. 1, p. 549-556, 2015.
- MANSOURI, M. T.; NAGHIZADEH, B.; GHORBANZADEH, B. Ellagic acid enhances the antinociceptive action of venlafaxine in mouse acetic acid-induced pain: An isobolographic analysis. **Pharmacological Reports**, v. 67, n. 3, p. 473-477, 2015.
- MARANHÃO, H. M. L. et al. Hepatoprotective effect of the aqueous extract of *Simarouba amara* Aublet (Simaroubaceae) stem bark against carbon tetrachloride (CCl₄)-induced hepatic damage in rats. **Molecules**, v. 19, n. 11, p. 17735-17746, 2014.
- MESQUITA-SAAD, L. S. B.; CABRAL, J. A. S. Cantinona de *Simaba Polyphylla* (Cavalc.) Thomas (SIMAROUBACEAE). **Acta Amazonica**, v. 27, n. 4, 269-272, 1997.
- NOLDIN, V. F. **Estudo fitoquímico das folhas e rizomas de *Simaba ferruginea* St. Hil. e a avaliação da atividade antiúlcera antinociceptiva dos extratos e compostos isolados**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2005.
- NOLDIN, V. F. et al. Phytochemical and antiulcerogenic properties of rhizomes from *Simaba ferruginea* St. Hill. (Simaroubaceae). **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 60, n. 9-10, 701-706, 2005.
- NUNOMURA, R. C. S. et al. Constituintes químicos dos galhos de *Simaba guianensis* subesp. Ecaudata (Cronquist). **Química Nova**, v. 35, n. 11, p. 2153-2158, 2012.
- OLIVEIRA, P. S. et al. Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona*

fasciculata, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. **Química Nova**, v. 35, p. 1728-1732, 2012.

PIRANI, J. R.; THOMAS, W. W. **Simaroubaceae in lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/>> Acessado em 15/05/2019.

SARAIVA, R. C. G. et al. Triterpenos e alcaloide tipo cantinona dos galhos de *Simaba polyphylla* (Cavalcante) W.W. Thomas (Simaroubaceae). **Química Nova**, v. 29, n. 2, pp. 264-268, 2006.

SILVA, E. R.; MAQUIAVELI, C. C.; MAGALHÃES, P. P. The leishmanicidal flavonols quercetin and quercitrin target *Leishmania (Leishmania) amazonensis* arginase. **Experimental Parasitology**, v. 130, n. 3, p. 183-188, 2012.

SILVA, H. R. et al. Constituintes químicos das cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum*: Ocorrência de colesterol. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1877-1881, 2007.

SILVA JUNIOR, I. F. et al. Antimicrobial screening of some medicinal plants from Mato Grosso Cerrado. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n. 1B, 242-248, 2009.

SOUSA, C. M. M et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, 2007.

STÖCKLIN, W.; SILVA, L. B.; GEISSMAN, T. A. Constituents of *Holacantha emoryi*. **Phytochemistry**, v. 8, n. 8, p. 1565-1569, 1969.

WILHELM, K. P.; BIEL, S.; SIEGERS, C. P. Role of flavonoids in controlling the phototoxicity of *Hypericum perforatum* extracts. **Phytomedicine**, v. 8, n. 4, p. 306-309, 2001.

WU, J. Q.; KOSTEN, T. R.; ZHANG, X. Y. Free radicals, antioxidant defense systems, and schizophrenia. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, v. 46, p. 200-206, 2013.

YIN, Y. et al. Quercitrin protects skin from UVB-induced oxidative damage. **Toxicology and Applied Pharmacology**. v. 269, n. 2, p. 89-99, 2013.

ZHANG, Y. et al. Novel lipid-peroxidation-and cyclooxygenase-inhibitory tannins from *Picrorhiza kurroa* seeds. **Chemistry & Biodiversity**, v. 1, n. 3, 426-441, 2004.

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

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

G

Geoprocessamento 1, 2

H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

P

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

R

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

S

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-622-5

