



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 2


Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
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. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

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

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

CAPÍTULO 12 116

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030912

CAPÍTULO 13 128

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030913

CAPÍTULO 14 138

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

Adenes Sabino Schwantz
Bruno Borsatti Chagas

DOI 10.22533/at.ed.648191030914

CAPÍTULO 15 144

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030915

CAPÍTULO 16 157

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030916

CAPÍTULO 17 170

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030917

CAPÍTULO 18 182

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

Wagner de Sousa Santos
Rafael Marcus Schwabe

DOI 10.22533/at.ed.648191030918

CAPÍTULO 19 195

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030919

CAPÍTULO 20 204

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030920

CAPÍTULO 21 214

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030921

CAPÍTULO 22 228

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

Brenda Tayná Silva da Silva
Kelly das Graças Fernandes Dantas

DOI 10.22533/at.ed.648191030922

CAPÍTULO 23 241

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030923

CAPÍTULO 24 254

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.648191030924

CAPÍTULO 25 268

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

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

DOI 10.22533/at.ed.648191030925

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

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

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

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 Piripiri)
Piripiri - Piauí

Luanda Ferreira Floro da Silva

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: Um método para quantificação de rutina e quercetina nas folhas de *Senna acuruensis* (Fabaceae-Caelsalpinioideae) foi desenvolvido e validado. Todos os resultados estão de acordo com a Resolução RE nº 899/2003 (ANVISA). Os flavonoides foram quantificados nos extratos e frações por cromatografia líquida de alta eficiência em 255 e 356 nm para rutina

e 255 e 370 nm para quercetina, demonstrando que quantificação pode ser realizada em qualquer um destes comprimentos de onda. Os teores de rutina e quercetina nos extratos etanólico e aquoso e fração hidrometanólica das folhas de *S. acuruensis* variaram de 52,40-89,49 mg g⁻¹ (255 nm) e 54,54-92,07 mg g⁻¹ (356 nm) para rutina e de 11,49-24,34 mg g⁻¹ (255 nm) e 11,56-24,88 mg g⁻¹ (370 nm) para quercetina e foram superiores aos relatados para outras espécies de *Senna*. O método proposto pode ser considerado linear, seletivo, sensível, exato e preciso.

PALAVRAS-CHAVE: Rutina, Quercetina, Quantificação, *Senna acuruensis*, Fabaceae

ABSTRACT: A method for quantification of rutin and quercetin in the leaves of *Senna acuruensis* (Fabaceae-Caelsalpinioideae) was developed and validated. All results were according to the Resolution RE 899/2003 (ANVISA). Flavonoids were quantified in extracts and fractions by high performance liquid chromatography at 255 and 356 nm for rutin and 255 and 370 nm for quercetin, demonstrating that quantification can be performed at any of these wavelengths. The levels of rutin and quercetin in the ethanolic and aqueous extracts and the hydrometanic fraction of leaves of *S. acuruensis* ranged from 52.40-89.49 mg g⁻¹ (255 nm) and 54.54-92.07 mg g⁻¹ (356 nm) for rutin and 11.49-24.34 mg g⁻¹ (255

nm) and 11.56-24.88 mg g⁻¹ (370 nm) for quercetin and were higher than those reported for other *Senna* species. The proposed method can be considered linear, selective, sensitive, accurate and precise.

KEYWORDS: Rutin, Quercetin, Quantification, *Senna acuruensis*, Fabaceae

1 | INTRODUÇÃO

Senna (Fabaceae-Caesalpinioideae) é um gênero pantropical com aproximadamente 260 espécies (RODRIGUES et al., 2005). As raízes e folhas de plantas deste gênero são utilizadas na medicina tradicional como laxantes e purgativos (AKTHAR; BIRHANU; DEMISSE, 2014) e no combate de doenças venéreas (MAHWASANE; MIDDLETON; BOADUO, 2013). Estudos farmacológicos têm relatado as atividades fungicida (MEDEIROS et al., 2011), anti-inflamatória (GARCÍA-RODRÍGUEZ et al., 2011), antibacteriana (DABAI, KAWO, ALIYU, 2012), antimalárica (HIBEN et al., 2016), inibidora de acetilcolinesterase (FRANCISCO et al., 2012), antidepressiva, anticonvulsante, citotóxica (SILVA et al., 2011; SRIPHONG et al., 2003) e antigonocócica (MULAUDZI; NDHLALA; STADEN, 2015).

Os constituintes químicos isolados no gênero *Senna* incluem antraquinonas, bisantraquinonas, flavonoides (MONDAL, 2014), alcalóides (PIVATTO et al., 2014; FRANCISCO et al., 2012), triterpenoides e esteroides (SANTOS; SILVA; BRAZ FILHO, 2008).

Senna acuruensis (Benth.) Irwin & Barneby é uma espécie nativa e endêmica do Brasil, distribuída nos estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco, Sergipe e Piauí. Apresenta também a sinonímia botânica *Cassia acuruensis* Benth e, popularmente é conhecida como canela de velho ou besouro (FARIAS; CASTRO, 2004; SOUSA; BORTOLUZZI, 2016). Um estudo anterior relatou a presença dos flavonoides rutina e quercetina, bem como as atividades antioxidante e anticolinesterásica nos extratos das folhas desta espécie (CARVALHO, 2013).

Rutina e quercetina (Figura 1) são flavonoides comumente encontrados em plantas e foram identificados em algumas espécies de *Senna* (EL-SAWI; SLEEM, 2010; CHANDRA et al., 2015). Os flavonoides são conhecidos principalmente por serem poderosos antioxidantes, atuam como sequestradores de radicais livres, protegendo as células contra efeitos danosos provocados pelo estresse oxidativo (DHIMAN; NANDA; AHMAD, 2012).

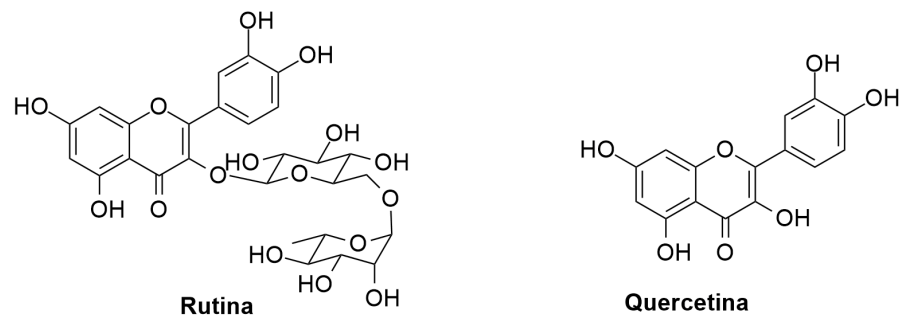


Figura 1. Fórmulas estruturais dos flavonoides rutina e quercetina.

A rutina possui efeitos antitrombótico, anticoagulante e citoprotetor e possui também propriedades antialérgica, anti-inflamatória e atua na prevenção de doenças como aterosclerose (KICEL et al., 2015; CHOI et al., 2015; POTAPOVICH; KOSTYUK, 2003). Enquanto, a quercetina apresenta propriedades anti-inflamatória, anticancerígena, antimicrobiana, podendo atuar ainda como um suplemento dietético para prevenção e tratamento de diabetes Tipo 2 (MAALIK et al., 2014; DHANYA et al., 2014). Estes flavonoides são obtidos comercialmente das espécies *Dimorphandra gardneriana* Tul. e *Dimorphandra mollis* (LANDIM; COSTA, 2012).

Considerando suas atividades farmacológicas e ausência de relatos da ocorrência e quantificação destes flavonoides na espécie *S. acuruensis*, foi desenvolvido um método cromatográfico para quantificação de rutina e quercetina nas folhas desta espécie.

2 | METODOLOGIA

2.1 Condições cromatográficas

A quantificação de rutina e quercetina nas folhas de *S. acuruensis*, foi realizada em cromatógrafo da Shimadzu® equipado com bomba LC-20AT, injetor automático SIL-20AHT, detector de arranjo de fotodiodo SPD-M20A, forno para coluna CTO-20A, pré-coluna C18 Shim-pack 6-SIL, coluna C-18Shim-pack VP-ODS de 250 mm x 4.6 mm e partícula de 5,0 µm. Os padrões de rutina (pureza=99,02%) e quercetina (pureza=99,0%) foram obtidas da PVP Sociedade Anônima e a fase móvel utilizada foi H₂O/AcOH (0,2% v/v) e MeOH na seguinte programação: 0-4 min, 40-60% MeOH; 4-6 min, 60-80% MeOH; 6-8 min, 80% MeOH; 8-10 min, 80-100% MeOH; 10-12 min, 100% MeOH; 12-13 min, 100-40% MeOH. A vazão da fase móvel de 1,0 mL min⁻¹, volume de injeção de 20 µL e temperatura do forno de 40 °C.

A seleção dos comprimentos de onda para construção das curvas analíticas foi realizada por monitoramento na faixa de 200 a 450 nm a partir da injeção dos padrões de rutina e quercetina. Os espectros de absorção no UV-Vis indicaram os máximos de absorção de 255 e 356 nm para a rutina e 255 e 370 nm para quercetina.

2.2 Preparação das amostras para quantificação

As folhas de *S. acuruensis* foram coletadas em janeiro de 2012, em Jatobá do Piauí-PI (S 04° 51' 48,6", W 42° 04' 19.6", altitude: 100 m). A espécie foi identificada pela bióloga Dra. Ruth Raquel Soares de Farias e uma exsiccata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso - UFPI com o número TEPB 17193 e cadastro de acesso SisGen nº AAB530D.

O material vegetal (801 g) foi seco, moído e submetido à maceração com etanol e água, sucessivamente. As soluções extrativas foram filtradas, o etanol removido em evaporador rotativo à pressão reduzida e a água por liofilização, obtendo-se os extratos etanólico (EESa, 46,5 g) e aquoso (EASa, 73,3 g). O EESa (30 g) foi suspenso em 400 mL de uma mistura de MeOH-H₂O (1:2) e submetido a extração com hexano, resultando nas frações hexânica (FHSa, 20 g) e hidrometanólica (FHMSa, 9,2 g).

A extração em fase sólida foi adaptada de Pereira et al. (2004). Alíquotas de 10 mg dos extratos etanólico e aquoso e da fração hidrometanólica foram solubilizadas em 2,0 mL de MeOH:H₂O (6:4) com auxílio de banho ultrassônico por 2 min. As soluções foram filtradas com auxílio de algodão. O filtrado foi adicionado a cartucho de extração de fase sólida (Strata C18-E da Phenomenex, de dimensões 1000 mg/6 mL) previamente condicionado com 5,0 mL de MeOH e posteriormente 5,0 mL de água. Após a eluição dos compostos flavonoídicos com 15 mL de MeOH:H₂O (6:4) e 10 mL de MeOH, o eluato foi concentrado em evaporador rotativo e o volume foi ajustado para 5,0 mL. Para a fração hidrometanólica foi necessário realizar uma diluição posterior, na qual uma alíquota de 2,5 mL foi diluída a um volume de 5,0 mL. Todas as amostras e padrões foram filtrados em disco filtrante Phenomenex de 30 mm e poro 0,45 µm.

2.3 Desenvolvimento e validação do método cromatográfico para quantificação de rutina e quercetina

A validação do método para quantificação de rutina e quercetina nas amostras foi realizada avaliando os seguintes parâmetros: seletividade; linearidade; intervalo (limite de quantificação e limite de detecção), precisão; exatidão; recuperação e robustez, conforme recomendação da regulamentação RE nº 899/2003, estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2003).

A seletividade do método foi avaliada pela comparação dos cromatogramas dos padrões com os dos extratos e fração. A sobreposição de vários espectros na região do UV-Vis forneceu informações sobre a pureza espectral correspondente aos picos de interesse presentes nas amostras a serem quantificadas. A linearidade foi determinada pelos coeficientes de correlação obtidos a partir da regressão linear das curvas analíticas, construídas pelo método de padronização externa, em seis concentrações diferentes.

As soluções estoques dos padrões rutina e quercetina foram preparadas em MeOH:H₂O (1:1) na concentração de 1000 µg mL⁻¹, a partir destas foram preparadas as soluções de trabalho nas concentrações de 10; 30; 50; 70; 90 e 110 µg mL⁻¹ para quercetina e 25; 50; 75; 100; 150 e 200 µg mL⁻¹ para a rutina.

Os limites de detecção e quantificação foram determinados a partir dos parâmetros das curvas analíticas e calculados utilizando as Equações 1 e 2, respectivamente, onde s é o desvio padrão da resposta e S é a inclinação da curva analítica.

$$LD = (s \times 3,3)/S \quad \text{Equação 1}$$

$$LQ = (s \times 10)/S \quad \text{Equação 2}$$

A precisão do método foi avaliada em termos de repetibilidade e precisão intermediária. Nestes ensaios foram analisadas soluções de cada padrão em três concentrações diferentes: 10, 70 e 110 µg mL⁻¹ para quercetina e 30, 100 e 200 µg mL⁻¹ para rutina. Os resultados foram expressos pelas estimativas das percentagens de desvio padrão relativo (%DPR) calculados pela Equação 3, onde s é a estimativa do desvio padrão absoluto e \bar{x} é a média aritmética das determinações.

$$\%DPR = (s/\bar{x}) \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

A exatidão foi avaliada pelo ensaio de recuperação. Soluções dos padrões de flavonoides foram adicionadas na fração hidrometanólica (10 mg) nas concentrações de 40, 100 e 140 µg mL⁻¹ de rutina e 10, 30 e 40 µg mL⁻¹ de quercetina. A fração enriquecida foi submetida à extração em fase sólida, conforme descrita no item 2.2. Os percentuais de recuperação foram calculados pela Equação 4, onde c_i é a concentração encontrada, c_0 é a concentração original e c_a é a concentração adicionada.

$$\% \text{ Recuperação} = [(c_i - c_0)/c_a] \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

A robustez foi avaliada analisando-se soluções de quercetina e rutina nas concentrações de 45 µg mL⁻¹ e 100 µg mL⁻¹, respectivamente. Os parâmetros modificados foram vazão da fase móvel, acidez do solvente B (água) e temperatura do forno. Os resultados obtidos foram apresentados como a média de três repetições \pm desvio padrão. A construção das curvas analíticas e tratamento dos dados foram feitas usando os *softwares* *LCSolutions* e *Microcal Origin 8.0*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seletividade do método pode ser observada comparando-se a sobreposição dos cromatogramas e dos espectros de absorção UV-Vis dos padrões com os das amostras (Figuras 2 e 3).

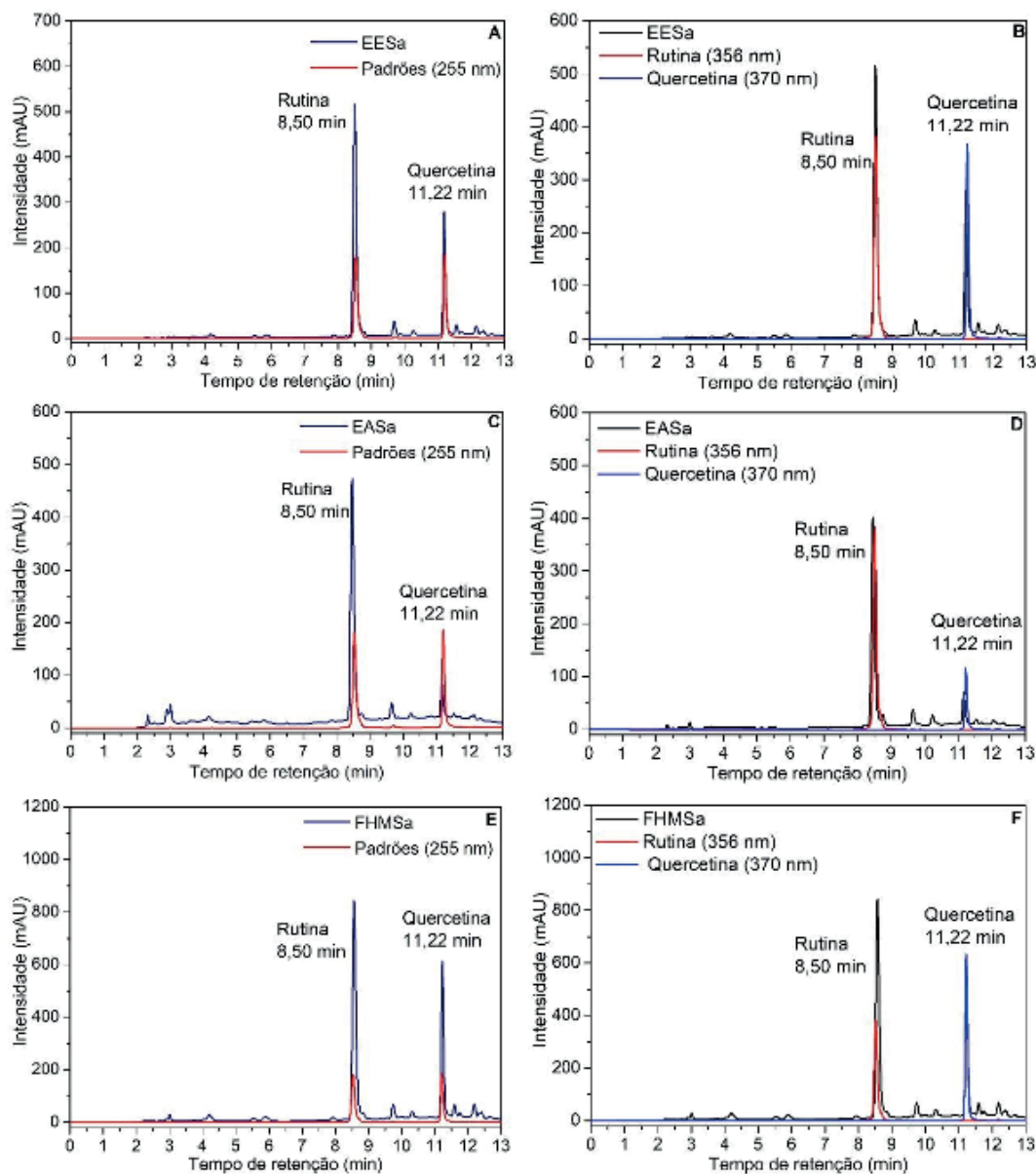


Figura 2. Sobreposição dos cromatogramas dos padrões rutina ($\lambda=255$ e 356 nm) e quercetina ($\lambda=255$ e 370 nm) com as amostras. A e B: Extrato etanólico das folhas de *S. acuruensis* (EESa). C e D: Extrato aquoso das folhas de *S. acuruensis* (EASa). E e F: fração hidrometanólica das folhas de *S. acuruensis* (FHMSa). Fase Móvel: MeOH-H₂O/AcOH (0,2%), gradiente: 0-4 min, 40-60% MeOH; 4-6 min, 60-80% MeOH; 6-8 min, 80% MeOH; 8-10 min, 80-100% MeOH; 10-12 min, 100%, MeOH; 12-13 min, 100-40% MeOH; vazão da fase móvel 1,0 mL min⁻¹, coluna C18.

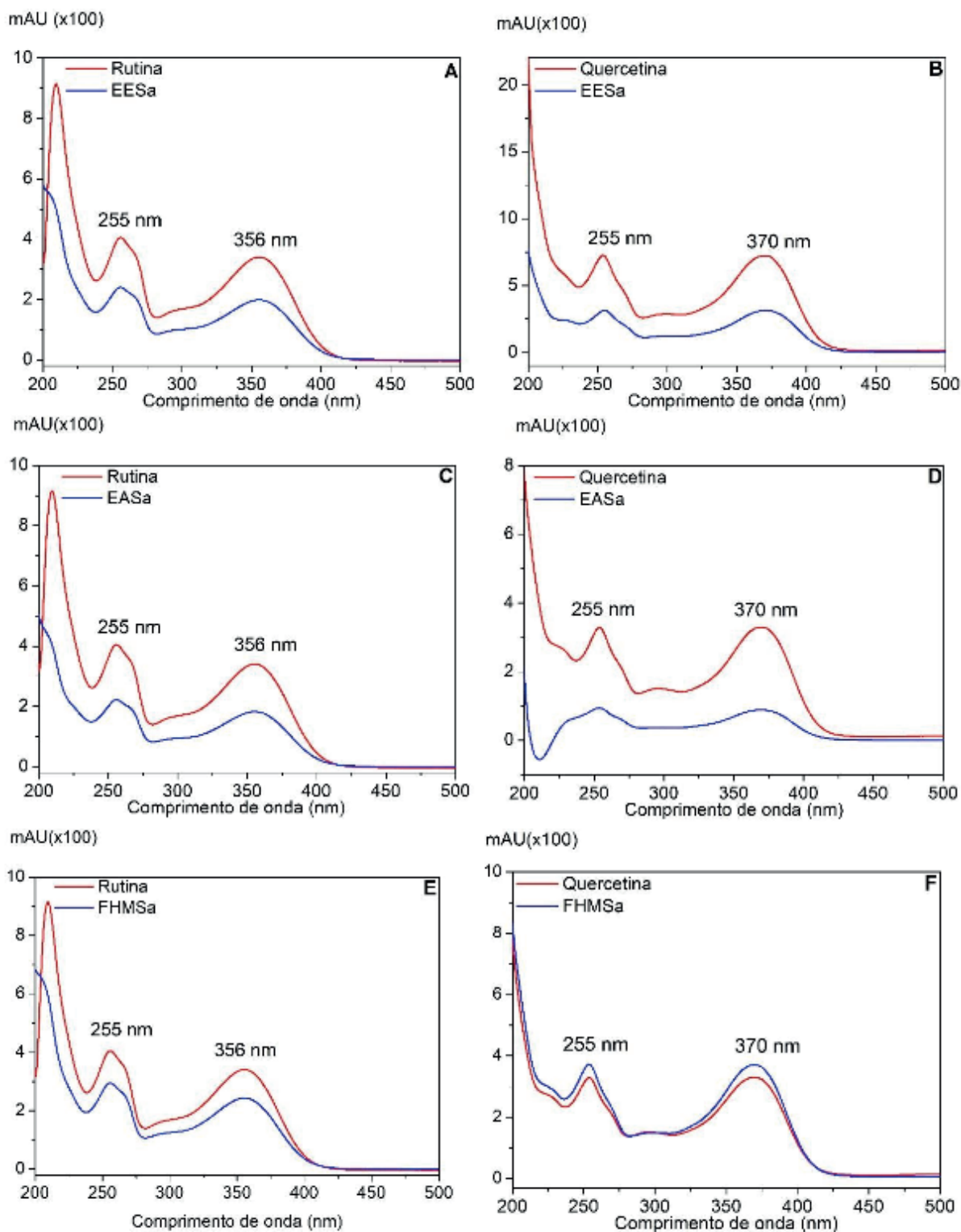


Figura 3. Sobreposição dos espectros de absorção molecular no UV-Vis dos padrões rutina e quercetina com as amostras. A e B: Extrato etanólico das folhas de *S. acuruensis* (EESa). C e D: Extrato aquoso das folhas de *S. acuruensis* (EASa). E e F: Fração hidrometanólica das folhas de *S. acuruensis*.

Os índices de similaridade dos picos correspondentes aos padrões foram calculados pelo *software LCSolution* (Tabela 1) e indicaram que os picos com tempos de retenção de 8,50 min e 11,22 min presentes nas três amostras podem ser atribuídos a rutina e quercetina, respectivamente.

Extrato/ fração	Índice de similaridade (%)	
	Rutina ($t_R=8,50$ min)	Quercetina ($t_R=11,22$ min)
EESa	99,98	99,98
EASa	99,67	94,01
FHMSa	99,82	98,32

Tabela 1. Similaridade dos picos presentes nos extratos etanólico (EESa) e aquoso (EASa) e fração hidrometanólica (FHMSa) das folhas de *S. acuruensis*

As curvas analíticas apresentaram boa linearidade dentro da faixa de trabalho de 28,19 a 200 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para rutina e de 16,41 a 110 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para quercetina, com coeficiente de correlação de 0,999 para todas as curvas (Tabela 2). O teste de análise de variância (ANOVA) foi utilizado para verificar o ajuste do modelo linear. Foram comparados valores de F obtidos ou calculados (F_o) para a linearidade de cada curva analítica com o $F_{\text{crítico}}$ ou $F_{\text{significação}}$, assim o método é considerado linear quando F_o é menor que $F_{\text{significação}}$ (COSTA et al., 2012; POLONINI et al., 2011). Para todas as curvas se observa que o valor de F calculado é maior que o F de significação, confirmando assim com 95% de confiança que os modelos das curvas são lineares e que a inclinação de cada reta não é nula.

As curvas analíticas obtidas em diferentes comprimentos de onda mostraram pequenas diferenças nos valores dos limites de detecção e quantificação (Tabela 2). Para a rutina os menores valores foram obtidos a 255 nm, enquanto que para quercetina foram a 370 nm.

Padrão	λ	Curva analítica	Coefficiente de correlação	Limite de detecção	Limite de quantificação
Rutina	255	$y=28012,5x-233144$	0,999	9,30	28,19
	356	$y=34374,2x-253543$	0,999	9,57	28,99
Quercetina	255	$y=64373,2x-102579$	0,999	5,86	17,76
	370	$y=65910,6x-63172,1$	0,999	5,41	16,41

Tabela 2. Equações de regressão das curvas analíticas, coeficientes de correlação, limites e detecção e quantificação para rutina e quercetina.

Na precisão intradia para a rutina os percentuais de desvio padrão relativo das áreas dos picos ficaram entre 0,21 e 2,95%, enquanto que na precisão interdias ficaram entre 2,07 e 3,88. Para a quercetina os intervalos foram de 1,70-3,55% e 1,50-3,20% para precisão intradia e interdias, respectivamente (Tabela 3). Todos os valores obtidos estão dentro do limite máximo aceito de 5,0%, conforme recomendação da RE 899, de 29/05/2003 (ANVISA, 2003).

Padrão	Concentração ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Precisão (%DPR)			
		Intradia		Interdias	
		255 nm	356 nm	255 nm	356 nm
Rutina	30	1,95	1,83	2,17	2,11
	100	2,90	2,95	3,78	3,88
	200	0,22	0,21	2,08	2,07
Quercetina		255 nm	370 nm	255 nm	370 nm
	10	3,55	3,51	1,59	1,50
	70	1,70	1,73	3,20	3,18
	110	2,75	2,68	1,66	1,64

Tabela 3. Resultados dos ensaios de precisão intradia e interdias para a rutina e quercetina.

%DPR: Percentual de desvio padrão relativo.

Os percentuais de recuperação (Tabela 4) de rutina foram de 93,28-101,15% (255 nm) e 98,73-107,2-% (356 nm), enquanto para a quercetina ficaram nos intervalos de 98,47-107,8% (255 nm) e 99,33-108,85% (356 nm). Na recuperação não é necessário que os valores sejam de 100% e, sim, que a recuperação seja consistente, precisa e reprodutiva (SHAH, 2007).

No ensaio de robustez o método mostrou-se pouco sensível as variações de fluxo, temperatura do forno e acidez da fase móvel. As mudanças não afetaram a resolução dos picos cromatográficos.

Padrão	ca	Recuperação (%)					
		Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 1	Teste2	Teste 3
		255 nm			356 nm		
Rutina	40	95,18	93,73	94,21	107,20	105,67	106,18
	100	94,91	92,38	92,57	101,64	99,13	99,65
	140	93,28	101,15	95,13	98,73	106,79	100,29
Quercetina		255 nm			370 nm		
	10	105,70	105,53	107,08	107,46	107,28	108,85
	30	98,62	98,47	98,99	99,66	99,33	100,47
	40	101,21	102,47	102,93	101,93	103,20	103,70

Tabela 4. Resultados do ensaio de recuperação de rutina e quercetina na fração hidrometanólica das folhas de *S. acuruensis*.

ca: concentração adicionada ($\mu\text{g mL}^{-1}$)

A fração hidrometanólica apresentou os maiores teores de rutina e quercetina (Tabela 5). Não houve diferenças significativas entre os teores de rutina nos extratos etanólico e aquoso e de quercetina no extrato etanólico e fração hidrometanólica

obtidos a 255 e a 356 nm. No entanto, para fração hidrometanólica o teor de rutina a 356 nm foi ligeiramente superior aos valores obtidos a 255 nm. Não foi possível a quantificação de quercetina no extrato aquoso, pois os valores obtidos ficaram abaixo do limite de quantificação.

Os resultados obtidos indicam que a quantificação de rutina e quercetina pode ser realizada em ambos comprimentos de onda, em concordância com o relatado na literatura (JIANG et al., 2015; YI et al., 2012). Rutina e quercetina foram quantificados em outras espécies de *Senna* (KAISOON et al., 2011; LI et al., 2012; SERRANO et al., 2010), no entanto, este é o primeiro relato da quantificação destes compostos em *S. acuruensis*. O conteúdo de rutina e quercetina nos extratos e fração das folhas de *S. acuruensis* foram superiores aos relatados para outras espécies de *Senna*. (CHANDRA et al., 2015; KAISOON et al., 2011).

Amostra	Rutina				Quercetina			
	255 nm		356 nm		255 nm		370 nm	
	mg g ⁻¹	%	mg g ⁻¹	%	mg g ⁻¹	%	mg g ⁻¹	%
EESa	53,89±0,17	5,24	55,18±1,05	5,60	11,49±0,51	1,15	11,56±0,03	1,15
EASa	52,4±0,45	5,40	54,52±0,47	5,40	nq*	-	nq*	-
FHMSa	89,49±0,42	8,92	92,07±0,50	9,21	24,34±0,36	2,43	24,88±0,43	2,48

Tabela 5. Teores de rutina e quercetina nos extratos e fração das folhas de *S. acuruensis*

EESa: extrato etanólico; EASa: extrato aquoso; FHMSa: fração hidrometanólica. *nq: não quantificável, pois os valores ficaram abaixo do limite de quantificação.

4 | CONCLUSÃO

O método para quantificação de rutina e quercetina apresentou boa linearidade, seletividade e sensibilidade, dentro das faixas de concentração avaliadas, com resultados satisfatórios de precisão e exatidão. Todos os resultados estão de acordo com a regulamentação RE nº 899/2003 da ANVISA, mostrando que o método desenvolvido pode ser usado convenientemente para quantificação de rutina e quercetina em extratos e frações das folhas de *S. acuruensis*. O método proposto apresentou como vantagens uma extração eficiente, curto tempo de análise e a possibilidade de quantificação em dois comprimentos de onda para ambos os padrões, 255 e 356 nm para rutina e 255 e 370 nm para quercetina, demonstrando que quantificação pode ser realizada em qualquer um destes comprimentos de onda.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas

de L. R. Santos, L. F. F. Silva e M. H. Chaves (302470/2018-2) e ao INCTBioNat (465637/2014-0).

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); **Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos**. Resolução RE nº 899 de 29/05/2003.

AKTHAR, M. S.; BIRHANU, G.; DEMISSE, S. Antimicrobial activity of Piper nigrum L. and Cassia didymobotrya L. leaf extract on selected food borne pathogens. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v. 4, supl 2, p. S911-S919, 2014.

CARVALHO, A. A. **Documentação química e biológica dos extratos das espécies *Bauhinia pulchella* e *Senna acuruensis* (Fabaceae-Caesalpinioideae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Piauí, Brasil, 2013.

CHANDRA, P. et al. Quantification of multianalyte by UPLC–QqQLIT–MS/MS and *in-vitro* antiproliferative screening in *Cassia* species. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 1133-1141, 2015.

CHOI, J. et al. Anti-thrombotic effect of rutin isolated from *Dendropanax morbifera* Leveille. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 120, n. 2, p. 181-186, 2015.

COSTA, M. A. B. et al. Desenvolvimento e validação de método analítico para a determinação de sulfasalazina em suspensão oral: comparação do método espectrofotométrico e de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Química Nova**, v. 35, n. 4, p. 808-813, 2012.

DABAI, Y. U.; KAWO, A. H.; ALIYU, R. M. Phytochemical screening and antibacterial activity of the leaf and root extracts of *Senna italica*. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 6, n. 12, p. 914-918, 2012.

DHANYA, R. et al. Rutin and quercetin enhance glucose uptake in L6 myotubes under oxidative stress induced by tertiary butyl hydrogen peroxide. **Food Chemistry**, v. 158, p. 546-554, 2014.

DHIMAN, A.; NANDA, A.; AHMAD, S. A quest for staunch effects of flavonoids: Utopian protection against hepatic ailments. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 9, supl. 2, p. S1813-S1823, 2012.

EL-SAWI, S. A.; SLEEM, A. A. Flavonoids and hepatoprotective activity of leaves of *Senna surattensis* (Burm.f.) In CCl₄ induced hepatotoxicity in rats. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 6, p. 1326-1334, 2010.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 949-963, 2004.

FRANCISCO, W. et al. Pyridine alkaloids from *Senna multijuga* as acetylcholinesterase inhibitors. **Journal of Natural Products**, v. 75, p. 408-413, 2012.

GARCÍA-RODRÍGUEZ, R. V. et al. Anti-inflammatory evaluation and antioxidant potential of *Senna crotalarioides* and *Penstemon roseus*. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, v. 10, n.1, p. 23-29, 2011.

HIBEN, M. G. et al. Evaluation of *Senna singueana* leaf extract as an alternative or adjuvant therapy for malaria. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, v.6, n. 1, p. 112-117, 2016.

JIANG, H. et al. Determination of flavonol glycosides in green tea, oolong tea and black tea by UHPLC compared to HPLC. **Food Chemistry**, v. 183, p. 30-35, 2015.

KAISOON, O. et al. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. **Journal of Functional Foods**, v. 3, p. 88-99, 2011.

KICEL, A. et al. Application of HPCCC, UHPLC-PDA-ESI-MS³ and HPLC-PDA methods for rapid, one-step preparative separation and quantification of rutin in *Forsythia* flowers. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 86-94, 2015.

LANDIM, L. P.; COSTA, J. G. M. *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (Fava d'anta) - uma abordagem etnobotânica e riscos de extinção. **Revista da Biologia**, v. 9, n. 1, p. 6-11, 2012.

MAALIK, A. et al. Pharmacological applications of quercetin and its derivatives: a short review. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v. 13, n. 9, p.1561-1566, 2014.

MAHWASANE, S.T.; MIDDLETON, L.; BOADUO, N. An ethnobotanical survey of indigenous knowledge on medicinal plants used by the traditional healers of the Lwamondo area, Limpopo province, South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 88, p. 69-75, 2013.

MEDEIROS, E. V. et al. Extrato Etanólico de *Senna alata* no controle de *Myrothecium roridum*, Agente causal do cancro-de-mirotécio. **Planta Daninha**, Viçosa-Mg, v. 29, n. 3.p. 577-583. 2011.

MONDAL, A. Phenolic constituents and traditional uses of *Cassia* (Fabaceae) plants: An update. **Signpost Open Access Journal of Organic and Biomolecular Chemistry**. v. 3, p. 93-141, 2014.

MULAUDZI, R. B.; NDHLALA, A. R.; STADEN, J. V. Ethnopharmacological evaluation of a traditional herbal remedy used to treat gonorrhoea in Limpopo province, South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 97, p. 117-122, 2015.

PEREIRA, C. A. M. et al. A HPTLC Densitometric determination of flavonoids from *Passiflora alata*, *P. edulis*, *P. incarnata* and *P. caerulea* and comparison with HPLC method. **Phytochemical Analysis**, v. 15, p. 241-248, 2004.

PIVATTO, M. et al. Antimalarial activity of piperidine alkaloids from *Senna spectabilis* and semisynthetic derivatives. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 25, n. 10, p. 1900-1906, 2014.

POLONINI, H. et al. Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação do teor de sinvastatina em cápsulas magistrais. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 516-519, 2011.

POTAPOVICH, A. I.; KOSTYUK, V. A. Comparative study of antioxidant properties and cytoprotective activity of flavonoids. **Biochemistry**, v. 68, n. 5, p. 514-519, 2003.

RODRIGUES, R. S. et al. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 1-16, 2005.

SANTOS, R. N.; SILVA, M. G. V. BRAZ-FILHO, R. Constituintes químicos do caule de *Senna reticulata* Willd. (Leguminosae). **Química Nova**, v. 31, n. 8. p. 1979-1981, 2008.

SILVA, F. O. et al. Evaluation of central nervous system effects of iso-6-cassine isolated from *Senna spectabilis* var. *excelsa* (Schrad) in mice. **Fitoterapia**, v. 82. p. 255-259. 2011.

SHAH, V. P. The History of bioanalytical method validation and regulation: evolution of a guidance document on bioanalytical methods validation. **American Association of Pharmaceutical Scientists Journal**, v. 9, n. 1, E43-E47, 2007.

SRIPHONG, L. et al. Cytotoxic alkaloids from the flowers of *Senna spectabilis*. **Planta Medica**, v. 69. p. 1054-1056. 2003.

YI, Y. et al. Simultaneous quantification of major flavonoids in “Bawanghua”, the edible flower of *Hylocereus undatus* using pressurised liquid extraction and high performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, v. 135, p. 528-533, 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

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

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento urbano 78

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

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

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

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

B

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

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

C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

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

D

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

E

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

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

G

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

H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

I

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

K

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

L

Lama abrasiva 59, 60

M

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

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

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

N

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

O

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

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

P

Polimerização Radicalar 215

R

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

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

S

Smart Cities 280

T

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

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

