

Trajetória e pesquisa nas ciências farmacêuticas

Débora Luana Ribeiro Pessoa
(Organizadora)

2



Trajetória e pesquisa nas ciências farmacêuticas

Débora Luana Ribeiro Pessoa
(Organizadora)

2



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
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^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Trajatória e pesquisa nas ciências farmacêuticas 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Revisão: Os autores
Organizadora: Débora Luana Ribeiro Pessoa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T768 Trajetória e pesquisa nas ciências farmacêuticas 2 /
Organizadora Débora Luana Ribeiro Pessoa. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-342-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.429212907>

1. Farmácia. I. Pessoa, Débora Luana Ribeiro
(Organizadora). II. Título.

CDD 615

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Trajetória e Pesquisa nas Ciências Farmacêuticas” é uma obra organizada em dois volumes que tem como foco principal a apresentação de trabalhos científicos diversos que compõe seus 35 capítulos, relacionados às Ciências Farmacêuticas e Ciências da Saúde. A obra abordará de forma interdisciplinar trabalhos originais, relatos de caso ou de experiência e revisões com temáticas nas diversas áreas de atuação do profissional Farmacêutico nos diferentes níveis de atenção à saúde.

O objetivo central foi apresentar de forma sistematizada e objetivo estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à atenção e assistência farmacêutica, farmacologia, saúde pública, controle de qualidade, produtos naturais e fitoterápicos, práticas integrativas e complementares, entre outras áreas. Estudos com este perfil podem nortear novas pesquisas na grande área das Ciências Farmacêuticas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela Farmácia, pois apresenta material que apresenta estratégias, abordagens e experiências com dados de regiões específicas do país, o que é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra “Trajetória e Pesquisa nas Ciências Farmacêuticas” apresenta resultados obtidos pelos pesquisadores que, de forma qualificada desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Boa leitura!

Débora Luana Ribeiro Pessoa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO SITUACIONAL PARA FITOTERAPIA SEGUNDO A POLÍTICA NACIONAL DE PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES (PNPIC) EM UNIDADES DE SAÚDE

Kathiene Leite Reis

André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129071>

CAPÍTULO 2..... 13

ATIVIDADES BIOATIVAS PRESENTES NO ALECRIM (*Rosmarinus officinalis*)

Emmily Rafaela Soares Silva

José Ferreira da Silva Junior

João Paulo de Mélo Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129072>

CAPÍTULO 3..... 21

ANSIOLÍTICOS FITOTERÁPICOS COMO ADJUVANTES NO TRATAMENTO DA ANSIEDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Ítalo Raniere Jacinto e Silva

Djalma Araújo Luz Júnior

Larissa Andrade Giló

Pedro Paulo Lopes Machado

Thais Barjud Dourado Marques

José Lopes Pereira Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129073>

CAPÍTULO 4..... 31

BENEFÍCIOS DAS PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO DA ANSIEDADE E DEPRESSÃO

Sannara Temoteo da Silva

José Edson de Souza Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129074>

CAPÍTULO 5..... 40

ISOLAMENTO E ATIVIDADE ANTICOAGULANTE DE POLISSACARÍDEOS SULFATADOS DE MACROALGAS MARINHAS VERMELHAS

Júlia de Lima Ferreira Nogueira

Bianca Barros da Costa

Thamyris Almeida Moreira

Jéssica Lopes D' Deigo Gianelli

Leonardo Paes Cinelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129075>

CAPÍTULO 6..... 54

SÍNTESE DE NOVOS DERIVADOS HETEROCÍCLICOS ANÁLOGOS DAS CHALCONAS

Tamires da Silva Alves
Sávio Mackingtouh Pompeu Greenwood
Mirella da Costa Botinhão
Evelynn Dalila do Nascimento Melo
Roiter Araujo da Silva Barcelos
Elaine dos Anjos da Cruz da Rocha
Paula Lima do Carmo
Carlos Rangel Rodrigues
Adriana de Oliveira Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129076>

CAPÍTULO 7..... 66

AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES EM PRATICANTES DE ATIVIDADES FÍSICAS EM ACADEMIAS DA CIDADE DE MINEIROS-GO

Bruna Viana França
Camila Vicente de Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129077>

CAPÍTULO 8..... 81

DETERMINAÇÃO DAS REAÇÕES ADVERSAS À ASPARAGINASE EM PACIENTES COM LEUCEMIA LINFOBLÁSTICA AGUDA NO INSTITUTO DE HEMATOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

Jéssica Campista da Rocha
Sabrina Ribeiro Gonsalez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129078>

CAPÍTULO 9..... 91

IDENTIFICAÇÃO DE MEDICAMENTOS POTENCIALMENTE INAPROPRIADOS PARA IDOSOS CONTIDOS NA RENAME 2020

Laura Alves Estevo
Luciana Vismari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4292129079>

CAPÍTULO 10..... 95

O USO DA TECNOLOGIA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO AUXÍLIO NA PROMOÇÃO DA SAÚDE

Verônica Dantas de Freitas
Ana Cláudia de Macêdo Vieira
Hilton Antônio Mata dos Santos
André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290710>

CAPÍTULO 11..... 106

ESTUDO DIAGNÓSTICO E SUA IMPORTÂNCIA PARA IMPLANTAÇÃO DA FITOTERAPIA

NO CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES (PNPIC): UM ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO (RJ)

Catiane Menezes Duarte Vieira

Hilton Antônio Mata dos Santos

Ana Cláudia de Macêdo Vieira

André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290711>

CAPÍTULO 12..... 121

ABORDAGENS TERAPÊUTICAS USADAS NA COVID-19: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Lustarllone Bento de Oliveira

Eleuza Rodrigues Machado

Anna Maly de Leão e Neves Eduardo

Rafael Lucas de Assis Ferreira

Nadyellem Graciano da Silva

André Ferreira Soares

Axell Donelli Leopoldino Lima

Jessika Layane da Cruz Rocha

Rosimeire Faria do Carmo

Hudson Holanda de Andrade

Ana Célia Lima de Souza

Luana Guimarães da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290712>

CAPÍTULO 13..... 143

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIBACTERIANA DAS FOLHAS DE *Moringa oleifera* Lamark IN NATURA E PROCESSADA

Gabriela de Melo Santos

Edna Mori

Fabiola Fernandes Galvão Rodrigues

Ana Carolina Urbano Alencar

José Ramon Alcântara da Silva

Maria Danielle Ramalho

Maria Aparecida Muniz de Farias

Cicera Gabriela Viana da Silva

Maria de Fátima Salviano da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290713>

CAPÍTULO 14..... 150

EXTRAÇÃO DE CORANTES NATURAIS: PROPOSTA DE ENSINO PARA O CLUBE DE CIÊNCIAS E OS JOVENS CIENTISTAS

Graziella Melissa De Vignalli Florence Miola

Araceli Scalcon

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290714>

CAPÍTULO 15.....	156
MEDICAMENTOS À BASE DE CANABIDIOL NO BRASIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA Leandro dos Santos Pereira Fernanda Gonçalves de Oliveira  https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290715	
CAPÍTULO 16.....	168
CUIDADO FARMACÊUTICO: COMO REALIZAR O RASTREAMENTO DO DIABETES NA FARMÁCIA? Maria Aparecida Farias Souto Maior Carlos Eduardo Miranda de Sousa Raquel Brito de Almeida Couto Analúcia Guedes Silveira Cabral  https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290716	
CAPÍTULO 17.....	185
CONDUTA FARMACÊUTICA APLICADA A FARMÁCIAS DURANTE A PANDEMIA SARS-COV-2 (COVID-19) Heliude de Quadros e Silva Gisele Ricardo Jesiel Guedes dos Santos Mozart Arthor Bondan Youssef Elias Ammar Eduardo Barbosa Lopes Cristianne Confessor Castilho Lopes  https://doi.org/10.22533/at.ed.42921290717	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	194
ÍNDICE REMISSIVO.....	195

ISOLAMENTO E ATIVIDADE ANTICOAGULANTE DE POLISSACARÍDEOS SULFATADOS DE MACROALGAS MARINHAS VERMELHAS

Data de aceite: 23/07/2021

Data de submissão: 15/05/2021

Júlia de Lima Ferreira Nogueira

Universidade Federal do Rio de Janeiro /
Campus Macaé-UFRJ / Curso de Farmácia
Macaé - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6120395297195306>

Bianca Barros da Costa

Universidade Federal do Rio de Janeiro /
Campus Macaé-UFRJ / Programa de Pós-
graduação em Produtos Bioativos e Biociências
Macaé - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6383701336342063>

Thamyris Almeida Moreira

Universidade Federal do Rio de Janeiro /
Campus Macaé-UFRJ / Programa de Pós-
graduação em Produtos Bioativos e Biociências
Macaé - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5108866525362544>

Jéssica Lopes D' Deigo Gianelli

Universidade Federal do Rio de Janeiro /
Campus Macaé-UFRJ / Programa de Pós-
graduação em Produtos Bioativos e Biociências
Macaé - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/4103859011223540>

Leonardo Paes Cinelli

Universidade Federal do Rio de Janeiro /
Campus Macaé-UFRJ / Curso de Farmácia
Macaé - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7785991878476659>

RESUMO: As macroalgas vermelhas ou rodófitas são organismos fotossintéticos que, na sua maioria, vivem no ambiente marinho e expressam diversas classes de compostos de interesse científico e industrial. Uma dessas classes são os polissacarídeos sulfatados. Esta família de moléculas apresenta ampla diversidade estrutural, sendo compostos majoritariamente por galactose e podendo apresentar algumas modificações e substituições, especialmente sulfatações em posições específicas. Dada a sua diversidade estrutural, uma série de atividades biológicas já foram realizadas e descritas, sendo uma das mais destacadas a anticoagulante e alguns destes polímeros possuem mecanismo de ação dependente de serpinas em semelhança à heparina, um medicamento amplamente utilizado na clínica médica. Curiosamente, um dos polissacarídeos sulfatados extraídos de rodófitas apresenta atividade independentemente de serpinas. Sendo assim, o presente trabalho trata de dissertar sobre técnicas de extração e purificação, estrutura química e atividade anticoagulante e seus respectivos mecanismos de ação de polissacarídeos sulfatados obtidos a partir de rodófitas serão apresentados e discutidos.

PALAVRA-CHAVE: Galactana sulfatada, heparina, macroalga marinha, coagulação sanguínea.

ISOLATION AND ANTICOAGULANT ACTIVITY OF SULFATED POLYSACCHARIDES FROM RED MACROALGAE

ABSTRACT: Red algae/seaweed or rhodophyte are photosynthetic organisms that mostly reside in marine environment and express different classes of compounds with scientific and industrial interest. One of these classes are the sulfated polysaccharides. This family of macromolecules has a wide structural diversity, being composed preponderantly by galactose and could present modifications and substitutions, especially sulfatations in specific positions. Due to structural diversity, a series of biological activities have already been carried out and described, being one of the most prominent an anticoagulant. Some of these polymers have a serpent-dependent mechanism of action similar to heparin, a drug widely used in medical practice. Interestingly, one of the sulfated polysaccharides extracted from rhodophytes shows activity independently of serpins. Therefore, the present work deals with dissertation on extraction and purification techniques, chemical structure and anticoagulant activity and their respective mechanisms of action of sulfated polysaccharides obtained from rhodophytes will be presented and discussed.

KEYWORDS: Sulfated galactan, heparin, seaweed, coagulation

VISÃO GERAL DO CAPÍTULO

Este breve capítulo explora os principais métodos de extração e isolamento/purificação de polissacarídeos sulfatados (PS) provenientes de macroalgas marinhas vermelhas, também comumente chamadas de *rhodophyta* ou rodófitas. Adicionalmente, ao final do capítulo, serão indicadas atividades anticoagulantes de alguns PS e seus respectivos mecanismos de ação. Desta forma, o dividiremos didaticamente em 5 sessões; “introdução”, “extração e isolamento”, “estrutura química”, “atividade anticoagulante de PS de algas marinhas vermelhas” e “conclusão”.

INTRODUÇÃO

Macroalgas marinhas são seres fotossintetizantes e, especificamente as rodófitas, são qualificadas pela presença de pigmentos de ficoeritrina, o que lhe proporciona uma típica aparência avermelhada, mesmo na presença de clorofila que possui coloração esverdeada (Britannica Illustrated Science Library, 2008).

As rodófitas constituem um conjunto de mais de 6000 espécies (Guiry et al., 2014). Estão amplamente distribuídas geograficamente, podendo ser encontradas em oceanos e também habitando águas-doce (Sheath, 1984).

A expressão de polissacarídeos em macroalgas marinhas pode chegar a 85% do seu peso seco (Kloareg e Quatrano, 1988). Acredita-se que na espécie *Chondrus crispus* mais de 70% do peso da sua parede celular seja relativo a PS (Craigie et al., 1992).

Além de serem altamente expressos em rodófitas, as estruturas químicas dos PS são tão diversas quanto biologicamente ativas. Diversos estudos conduzidos por

glicobiologistas demonstram que esses polímeros possuem atividades antiviral, antitumoral, antioxidante, anti-inflamatória, antidiabética, antialérgica e analgésica (Ismail et al., 2020). Dentre os diversos estudos de avaliação farmacológica, aos quais desafiam PS extraídos de rodófitas, destacam-se os que se dedicam a avaliar seu potencial anticoagulante. Essa busca se justifica, em grande parte, devido a sua semelhança estrutural com a heparina, o principal medicamento anticoagulante de uso parenteral utilizado na clínica médica até hoje (Pomin, 2014 e McRae et al., 2021).

EXTRAÇÃO E ISOLAMENTO DE PS DE ALGAS MARINHAS VERMELHAS

Os PS de macroalgas estão normalmente localizados na parede celular. Em trabalhos anteriores à década de 1990 era frequente encontrarmos o termo “fibrilar” e “amorfo” referindo-se, respectivamente, às fibras de celulose e PS encontrados nesse espaço (Cole e Sheath, 1990). Dados recentes demonstram que na parede celular há glicoproteínas similares a “proteoglicanos”, onde a cadeia proteica encontra-se unida a glicanos (Přerovská et al., 2021).

Esse conjunto de informações bioquímicas e morfológicas, quando bem coordenadas, são preciosas para proposição de processos de extração exitosos, visto que as metodologias utilizadas devem necessariamente romper/fraturar fisicamente a barreira inicial.

Além das biomoléculas supracitadas nesta sessão, há outras presentes nas rodófitas (Cian et al., 2015). Desta forma, uma das primeiras etapas pré-extrativas na condução propriamente dita da obtenção de PS é a retirada destes compostos utilizando solvente orgânico como: álcool, acetona e diclorometano. Essa etapa deve ocorrer em temperatura ambiente e pode durar alguns dias. Após a delipidação, a rodófitas deve ser seca à temperatura ambiente, e processada até que se obtenha pedaços menores ou pó, quando possível (Farias et al., 2000).

Esse material é usualmente submetido à ação digestiva de enzimas proteolíticas não específicas (Farias et al., 2000). Entretanto, há metodologias extrativas conduzidas sem a utilização de enzimas, na qual são utilizados meios ácido ou alcalino e até mesmo água destilada (ver tabela 1). Nestes 3 casos é comum o uso de agitação mecânica e de temperaturas próximas de 90 °C (He et al., 2020, Grünwald, 2009 e Sánchez et al., 2019).

Com a etapa de extração concluída, se faz necessário a recuperação das moléculas de interesse, que podem ocorrer por precipitação utilizando, eletivamente, amônia quaternária e, quase que unanimemente, etanol (Farias et al., 2000). Há situações em que o pesquisador após a extração não utiliza nenhum dos dois agente supracitados e aplica a solução rica em PS diretamente em matriz cromatográfica de troca-iônica comumente eluída em *step-wise* (Barros et al., 2013).

Após a recuperação dos PS torna-se imprescindível o processo de purificação.

Devido às cargas negativas presentes na estrutura do PS é comum o emprego de cromatografia de troca-iônica utilizando para eluição gradiente linear de tampão contendo sal (Farias et al., 2000).

O uso de cromatografia de troca-iônica, tanto na etapa de recuperação quanto na etapa de purificação, auxilia na retirada de contaminantes e conseqüentemente aumenta o grau de pureza do composto desejado. Em alguns casos é utilizado cromatografia de gel filtração (Figura 1) para confirmação do alto grau de pureza (Chagas et al., 2020).

Alga	Método de Extração	Rendimento	Autor(es)
<i>Gracilariopsis hommersandii</i>	Água destilada (90 °C) sob agitação mecânica	37%	Sánchez et al., 2019
<i>Botryocladia occidentalis</i>	Meio contendo enzima (a temperatura utilizada deve ser semelhante à temperatura ótima de ação da enzima)	4%	Farias et al., 2000
<i>Gelidium crinale</i>		2,4%	Pereira et al., 2005
<i>Gracilaria cornea</i>		11%	Melo et al., 2002
<i>Pyropia yezoensis</i>	Meio ácido (80 °C)	10%	He et al., 2020
<i>Delesseria sanguinea</i>	Meio alcalino (85°C a 90 °C)	11,6%	Grünewald, 2009
<i>Gracilaria edulis</i>		24 - 26%	Price e Bieligi, 1992
<i>Gracilaria eucheumoides</i>		20 - 29%	Villanueva et al, 1999

Tabela 1: Exemplos de métodos de extração de PS.

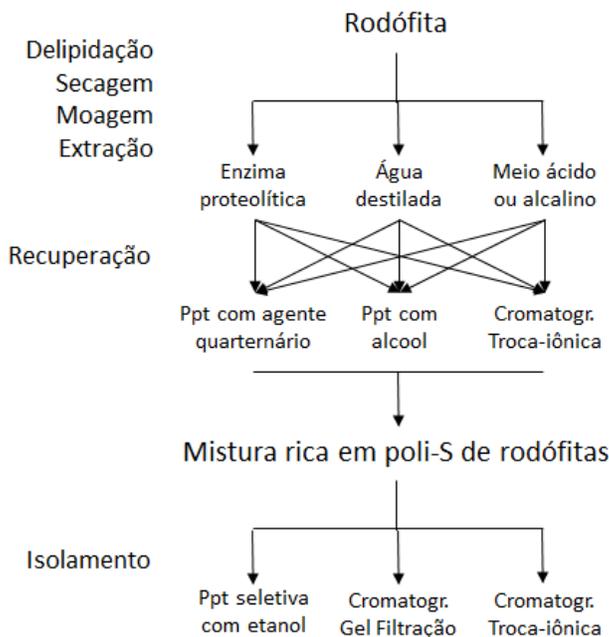


Figura 1: Ilustração de alguns procedimentos simplificados e rotas para extração e isolamento de PS de rodófitas.

Os presentes autores deste trabalho consideram a escolha dessas etapas essencial para a obtenção apropriada e bem sucedida de PS com alto grau de pureza (Figura 1). Essa condição é fundamental para a elucidação integral da estrutura e futura avaliação da atividade biológica do PS.

ESTRUTURA QUÍMICA DE PS DE ALGAS MARINHAS VERMELHAS

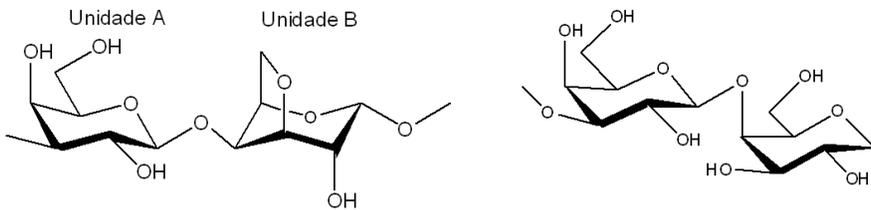
De forma geral, a estrutura de PS de macroalgas varia de forma espécie-específica. Assim, cada PS purificado a partir de uma alga marinha é, virtualmente, um composto original com características estruturais únicas e com potenciais atividades biológicas inexploradas.

Os açúcares comumente encontrados na parede celular de rodófitas são unidades de galactose ou galactose modificadas, contendo uma mistura de ligações (1→3) e/ou (1→4), com anômeros α - e/ou β - e enantiômeros D- e/ou L-. A maioria desses polissacarídeos apresenta estrutura linear construída por dissacarídeos repetitivos alternados de β -D-galactopiranosose-3-ligada (unidade A) e α -galactopiranosose-4-ligada (unidade B) (Usov, 2011 e Ciancia et al., 2020).

A primeira unidade de repetição (unidade A) sempre tem configuração D-, enquanto as últimas (unidade B), podem ser D- ou L-. Portanto, estes polissacarídeos são classificados de acordo com sua estereoquímica, especificamente isômeros L- com unidades α -galactopiranosose-4-ligada são agaranas (Figura 2B), enquanto as carragenanas (Figura 2A) são isômeros D-. Em ambos os casos, as últimas unidades aparecem como 3,6-anidrogactose ciclizada (Synytsya et al., 2015, Ciancia et al., 2020).

Ésteres de sulfato, éteres metílicos e o ácido pirúvico são frequentemente encontrados ligados a PS de rodófitas. Os grupos sulfato e/ou metil podem ocorrer na(s) posição(ões) O-2 e/ou O-4 das unidades galactopiranosil (1→3)- β -ligada e em O-2, O-3- e/ou posição(ões) O-6 das unidades galactopiranosil (1→4)- α -ligada; o ácido pirúvico pode ser ligado aos resíduos (1→3)- β -D-Galp como cetais nas posições O-4 e O-6. Os derivados 3,6-anidro de unidades D- e/ou L- podem estar presentes na estrutura da agarana após a eliminação do sulfato de O-6 por tratamento enzimático ou alcalino (Synytsya et al., 2015).

A



B

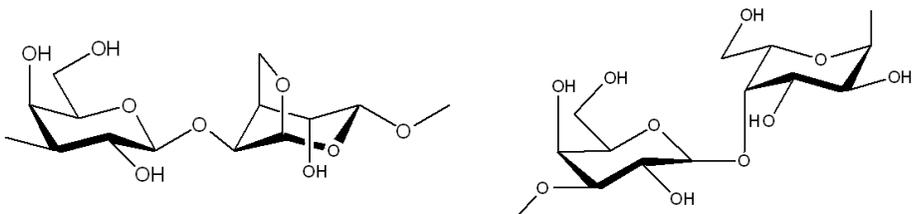


Figura 2 – Estrutura química básica diastereomérica alternada de GS de rodófitas. (A) Carragenanas e (B) Agaranas. Adaptada de Usov, 2011; Ciancia et al., 2020.

As agaranas são constituídas por unidades alternadas de β -D-galactose 3-ligadas e unidades α -L-galactose 4-ligadas (Figura 2B). As unidades 4-ligadas podem ser parcialmente ou totalmente convertidas nas formas 3,6-anidro por eliminação do sulfato da posição 6 (Ciancia et al., 2020). Devido à complexidade e diversidade de seu padrão de substituição, não é possível classificar os agaranas em “unidades de repetição” ideais, já que apresenta diferentes substituintes como (Synytsya et al., 2015, Ciancia et al., 2020):

- Nas unidades 3- e 4-ligadas é possível encontrar grupos sulfato, grupos metoxil e/ou cadeias laterais β -D-xilopiranosil em diferentes posições,
- Nas unidades 3-ligadas é possível encontrar grupos 4-O-metil- α -L-galactopiranosil na posição 6 e
- Nas unidades 3-ligadas é possível encontrar cetais cíclicos de piruvato nas posições 4 e 6.

Uma classificação considerando o padrão de sulfatação das unidades A é possível, levando aos seguintes grupos de agarana (Ciancia et al., 2020):

- Grupo G compreende agaranas não sulfatada,
- Grupo G2S compreende agaranas com sulfatação na posição 2,
- Grupo G4S compreende agaranas com sulfatação na posição 4 e
- Grupo G6S compreende agaranas com sulfatação na posição 6.

Por outro lado, as carragenanas são polissacarídeos lineares com resíduos alternados de β -D-galactopiranosil 3-ligados (unidades A) e resíduos de α -D-galactopiranosil 4-ligados

(unidades B), sendo a última unidade frequentemente encontrada ciclizada (Figura 3A). São classificadas por prefixos gregos de acordo com especificidade estrutural (Synytsya et al., 2015, Ciancia et al., 2020).

A estrutura química dos PS de *Gracilaria cornea*, *Gellidium crinale* e *Botryocladia occidentalis* foram determinados usando espectroscopia de RMN (^1H , ^{13}C , TOCSY, COSY e HMQC). A GS de *G. cornea* apresenta estrutura 3,6-anidro- α -L-galactose (Figura 3A), enquanto os polissacarídeos de *G. crinale* e *B. occidentalis* têm a estrutura de repetição (-3- β -D-Galp-(1 \rightarrow 4)- α -D-Galp-(1 \rightarrow), com um padrão de sulfatação variável (Figura 3C e D). A análise de RMN indica que as GS de *G. crinale* e *B. occidentalis* diferem nas proporções de resíduos de α -galactopiranosose 2,3-dissulfatados e 2-sulfatados. A galactose ocorre inteiramente como isômero D nesses PS (Pereira et al., 2005).

A espectroscopia RMN do polissacarídeo extraído do gametófito de *Schizymenia binderi* após tratamento alcalino mostrou uma estrutura base com unidades alternadas de β -D-galactopiranosil 3-ligadas e α -galactopiranosil 4-ligadas que são predominantemente da configuração D. Além disso, os grupos sulfato estão localizados principalmente nas posições O-2 do resíduo β -D-galactopiranosil-3-ligado e na posição O-3 de α -galactopiranosil-4-ligado resíduos, o último é parcialmente glicosilado na posição O-2 (Figura 3E) (Matsuhira et al., 2005).

O PS de *Gelidiella acerosa* obtido após análises espectroscópicas por FT-IR e RMN apresentou ter 37,2% de β -D-galactose, 41,7% de α -L-anidrogalactose e 20,9% de 6-O-metil- β -D-galactose (Figura 3B) (Chagas et al., 2020).

A fração homogênea rica em agarana extraída de *Palisada flagellifera* apresenta mistura com pelo menos 18 tipos diferentes de derivados estruturais. De forma geral, é uma agarana sulfatada, metilada e piruvilada, sendo presente unidades de α -L-galactose 2- e 3,6-sulfatadas e 2-O-metiladas. Além disso, uma parte importante das unidades B (20%) é representada por ramificação contendo α -L-galactose 6-sulfato substituído em C-3 por unidades xilosil, galactosil e/ou 2,3-di-O-metil-galactose ou grupos sulfato que impedem sua ciclização em derivado 3,6-anidrogalactosil (Figura 3F) (Ferreira et al., 2012).

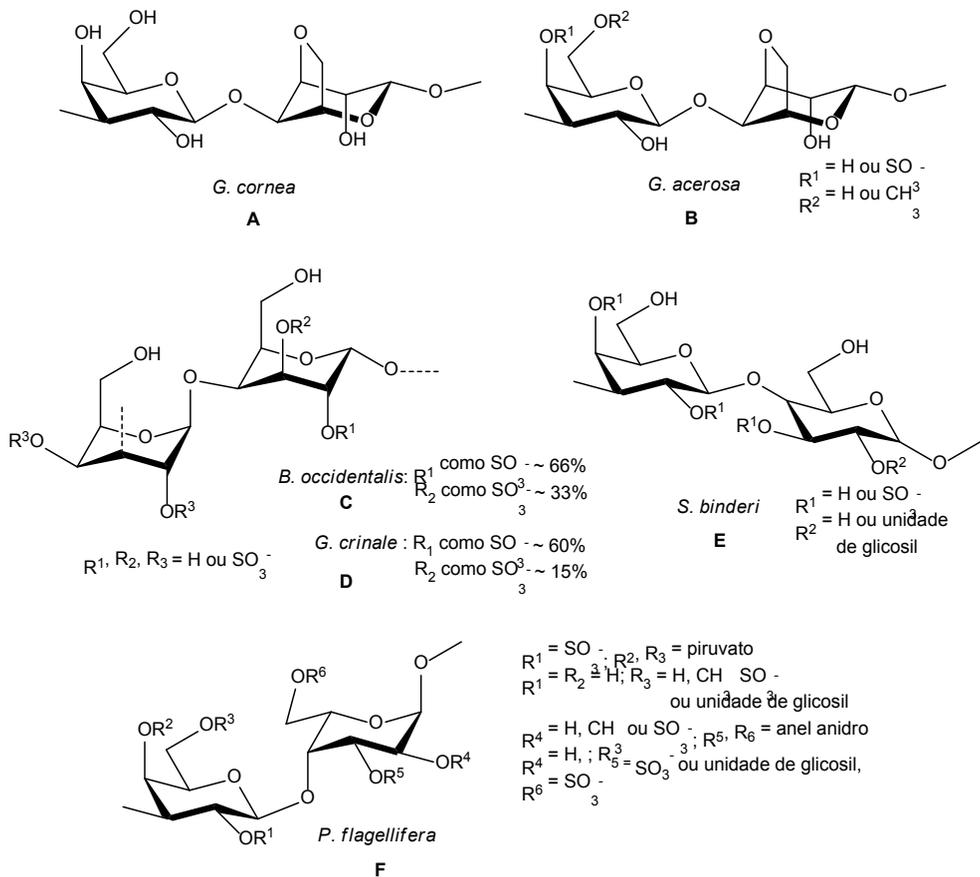


Figura 3 - Estrutura química de galactanas extraídas das algas vermelhas *Gracilaria cornea* (A), *Gelidium acerosa* (B), *Botryocladia occidentalis* (C), *Gelidium crinale* (D), *Schizymenia binderi* (E) e *Palisada flagellifera* (F). Adaptada de Pereira et al., 2005; Chagas et al., 2020; Matsihiro et al., 2005; Ferreira et al., 2012.

ATIVIDADE ANTICOAGULANTE DE PS DE ALGAS MARINHAS VERMELHAS

Os PS de rodófitas apresentam-se substâncias com amplo potencial anticoagulante. Sendo assim, são consideradas como moléculas promissoras para o desenvolvimento de novos fármacos alternativos ao uso da heparina. Isso se deve à diversidade estrutural que fornece a possibilidade de atuação com diferentes mecanismos de ação (Rocha et al., 2006; Pomin e Mourão, 2012).

A ação anticoagulante da maioria dos PS é baseada, principalmente, na potencialização de inibidores fisiológicos das proteases presentes no plasma, como as serpinas; antitrombina (AT) e cofator II de heparina (HCII). Para o entendimento desses mecanismos, primeiramente é necessário compreender o funcionamento fisiológico do sistema de coagulação sanguínea (Pomin, 2009).

Resumidamente, em 1964, Macfarlane, Davie e Ratnoff descreveram o modelo

clássico da chamada “cascata de coagulação sanguínea” que foi utilizado por quase 50 anos e ainda tem validade acadêmica-científica. Nesse modelo a “cascata” é dividida em três vias: a via intrínseca (ou de contato) e a via extrínseca (ou dependente de fator tecidual), que são iniciadas independentemente, mas convergem na via comum, onde o fator X (FX) é ativado e converte protrombina (FII) em trombina (FIIa), esta é responsável pela conversão do fibrinogênio em fibrina (Vine, 2009; Zago et al., 2013).

Diante de questionamentos ao longo dos anos, houve a revisão do modelo clássico da coagulação em “cascata”. Dessa forma, foi desenvolvido um modelo baseado em superfícies celulares, que condensa outros aspectos da hemostasia e com isso apresenta uma compreensão mais ampla desses sistema. Entretanto, na visão de alguns autores, inclusive os deste trabalho, não se deve descartar por completo o modelo clássico, pois ele ainda fornece boa explicação e predição dos fenômenos que acontecem *in vitro*, sendo muito útil para: fins didáticos, realização de testes laboratoriais e análise de compostos biologicamente ativos (Vine, 2009; Ferreira et al., 2010; Silva e Melo, 2016).

Os testes, atualmente empregados na avaliação e controle da coagulação sanguínea, levam em consideração interações moleculares uma vez que é empregado somente o plasma sanguíneo, sem a presença de células. Dessa forma, consegue-se avaliar as vias intrínseca, extrínseca e comum da coagulação, principalmente através dos testes laboratoriais de tromboplastina parcial ativada (TTPa) e tempo de protrombina (TP) (Ochoa, 2017).

A GS extraída de *Botryocladia occidentalis* é descrita como um PS com atividade anticoagulante semelhante à heparina, por potencializar a inibição da trombina e do FXa na presença de AT e/ou HCII (FARIAS et al., 2000). Adicionalmente, esta GS demonstrou inibir os complexos tenase intrínseco e protrombinase, essenciais na formação de FXa e trombina, respectivamente (Glauser et al., 2009).

Uma outra GS isolada de *Gelidium crinale* se mostrou ativa em ensaios de coagulação, sendo menos potente que a da *B. occidentalis* na inibição da trombina mediada pela AT ou HCII. No entanto, nos ensaios de inibição do FXa, a GS da *G. crinale* se mostrou mais eficiente (Pereira et al., 2005).

As GS extraídas das rodófitas *Agardhiella subulata* e *Gelidiella acerosa* necessitam de concentrações mais elevadas para prolongar o tempo de coagulação no ensaio de TTPa do que as obtidas de *G. crinale* ou *B. occidentalis* (Faggio et al., 2015; Chagas et al., 2020).

Se por um lado a atividade avaliada por TTPa é comum, por outro lado a atividade via TP é inabitual, sendo raramente observada na literatura. Por esse motivo, a dupla atividade positiva, sobre o TTPa e o TP, é considerada extraordinária. Alguns dos relatos de dupla atividade nas vias do sistema de coagulação incluem os PS obtidos de *B. occidentalis* (Farias et al., 2000), *Chondrus armatus* (Sokolova et al., 2014), *Agardhiella subulata* (Faggio et al., 2015) e *Gracilaria debilis* (Sudharsan et al., 2015).

É importante ressaltar que existem PS extraídos de rodófitas que não possuem

atividade anticoagulante. Esta característica está associada, principalmente, à diferença estrutural deles, como é o caso da alga *Gracilaria caudata* (Barros et al., 2013).

Como já anteriormente mencionado, existem evidências científicas crescentes que sugerem diferentes interações entre os PS e as proteínas específicas do sistema de coagulação, baseado nos diferentes padrões estruturais, formando um complexo particular entre o inibidor plasmático e a protease alvo. Embora raro, é possível encontrar PS de rodófitas capazes de desempenhar atividade anticoagulante independentemente da interação com as proteínas da coagulação, como é o caso da GS presente na rodófito *B. occidentalis*, que demonstrou atividade através de mecanismos dependentes e independentes de serpinas (Glauser et al., 2009).

CONCLUSÃO

Não há etapas rígidas no processo de extração e purificação dos PS de rodófitas. Na visão dos autores do presente trabalho é conveniente que as primeiras etapas ao processo de isolamento tenham “seletividade” para que as etapas de purificação sejam simplificadas, especialmente por que são normalmente, mais longas e financeiramente mais custosas.

Esses procedimentos devem ser testados para que sejam definidos quais serão as melhores estratégias na prática de cada laboratório. É aconselhado que os pesquisadores executem uma revisão da literatura para saber se outros grupos de pesquisa já realizaram estudos de extração de PS e também outras classes de compostos e usem alguns conceitos expostos nos trabalhos como inspiração.

Ensaio (a,g) <i>B. occidentalis</i>		Algas					
		(b) <i>G. crinale</i>	(c) <i>C. armatus</i>	(d) <i>A. subulata</i>	(e) <i>G. acerosa</i>	(f) <i>G. caudata</i>	
TTPa	Conc. (mg/mL)	0,1	0,1	20	10.000	1.000	2.000
	Atividade (%)	400	100	130	350	233	N.D
TP	Conc. (mg/mL)	1	N.T	10	10.000	2.000	2.000
	Atividade (%)	250	N.T	40	48	N.D	N.D
AT/IIa	Conc. (mg/mL)	0,1	0,1	-	-	-	-
	Atividade (%)	75	80	N.T	N.T	N.T	N.T
AT/Xa	Conc. (mg/mL)	10	1	-	-	-	-
	Atividade (%)	60	70	25	N.T	N.T	N.T
HCII/IIa	Conc. (mg/mL)	1	10	-	-	-	-
	Atividade (%)	50	60	N.T	N.T	N.T	N.T

Sem serpinas	Conc. (mg/mL)	5	-	-	-	-	-
	Atividade (%)	400	N.T	N.T	N.T	N.T	N.T

Tabela 2: Relação de PS extraídos de rodófitas e suas respectivas atividade anticoagulante. Na linha atividade foi escolhido a apresentação dos valores em percentual considerando o tempo controle de 30 segundos. Legenda: Não detectado, (N.D.); Não testado, (N.T); concentração, (Conc.). Dados retirados de: ^(a) Farias et al., 2000, ^(b) Pereira et al., 2005, ^(c) Sokolova et al., 2014, ^(d) Faggio et al., 2015, ^(e) Chagas et al., 2020, ^(f) Costa, 2008, ^(g) Quinderé et al., 2014.

Com o PS purificado há diversas estratégias para elucidação. Há alguns anos os grupos de pesquisa vem utilizando técnicas de ressonância magnética nuclear uni e bidimensional, a qual consegue-se definir posição de sulfatação, posição da ligação glicosídica e até mesmo ramificação, quando houver. Outras abordagens metodológicas são o infra-vermelho e a derivatização do PS para posterior aplicação desse produto quimicamente alterado em cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa. Estas técnicas ainda se mostram importantes na definição do monossacarídeo constituinte e possíveis pontos de substituição nos polímeros (Jiao et al., 2011 e Xu et al., 2019).

Ademais, a etapa de elucidação estrutural carrega uma grande importância na correlação entre estrutura química vs. função biológica. Estudos recentes apontam justamente quais são os principais requisitos estruturais para que um PS possua atividade anticoagulante. No caso dos PS de rodófitas, os quais são majoritariamente compostos por galactose e unidos por ligação do tipo 1→4 indicasse que a sulfatação nas posições 2 e 3 são importantes na extensão do tempo necessário para a formação da rede de fibina (Pomin, 2014).

Na opinião dos autores deste trabalho, as rodófitas são uma excelente fonte para bioprospecção de PS (e outras classes de moléculas) com a possibilidade de encontrar moléculas farmacologicamente ativas, portanto, de interesse comercial e, principalmente, de ganho para a saúde da população.

REFERÊNCIAS

BARROS, F.C.N. et al. **Structural characterization of polysaccharide obtained from red seaweed *Gracilaria caudata* (J Agardh)**. Carbohydrate polymers, v. 92, n. 1, p. 598-603, 2013.

Britannica Illustrated Science Library. **Plants, Algae, and Fungi**, Editora: Encyclopedia Britannica Inc. 2008.

CHAGAS, F.D.S. et al. **Sulfated polysaccharide from the red algae *Gelidiella acerosa*: Anticoagulant, antiplatelet and antithrombotic effects**. International Journal of Biological Macromolecules. v. 159, p. 415-421, 2020.

CIAN, R.E. et al. **Proteins and Carbohydrates from Red Seaweeds: Evidence for Beneficial Effects on Gut Function and Microbiota**. Marine Drugs. v. 13, n. 8, p. 5358-83, 2015.

CIANCIA, M. et al. **Diversity of Sulfated Polysaccharides From Cell Walls of Coenocytic Green Algae and Their Structural Relationships in View of Green Algal Evolution.** *Frontiers in Plant Science*. v. 11, art. 559986, 2020.

COLE, K.M. & SHEATH, R.G. **Biology of the red algae.** Cambridge University Press, Cambridge, p. 517, 1990.

COSTA, L.S. **Atividades biológicas de polissacarídeos sulfatados extraídos da alga vermelha *Glacilaria caudata*.** Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 43. 2008.

CRAIGIE, J. S. et al. **Cuticles from *Chondrus crispus*.** *J. Phycol.* v. 28, p. 777–86, 1992

FAGGIO, C et al. **Evaluation of anticoagulant activity of two algal polysaccharides.** *Natural Product Research*, v. 30, n. 17, p. 1934–1937, 2015.

FARIAS, W.R. et al. **Structure and anticoagulant activity of sulfated galactans. Isolation of a unique sulfated galactan from the red algae *Botryocladia occidentalis* and comparison of its anticoagulant action with that of sulfated galactans from invertebrates.** *J Biol Chem. Sep 22;*v. 275, n. 38, p. 29299-307, 2000.

FERREIRA, C.N. et al. **O novo modelo da cascata de coagulação baseado nas superfícies celulares e suas implicações.** *Revista Brasileira Hematol Hemoter.*, v. 32, n. 5, p.416-42, 2010.

FERREIRA, L.G. et al. **Chemical structure of the complex pyruvylated and sulfated agaran from the red seaweed *Palisada flagellifera* (Ceramiales, Rhodophyta).** *Carbohydrate Research*. v. 347, n. 1, p. 83-94, 2012.

GLAUSER, B.F. et al. **Anticoagulant activity of a sulfated galactan: Serpin-independent effect and specific interaction with factor Xa.** *Thromb. Haemost.* v. 102, p. 1183–1193, 2009.

GRÜNEWALD, N., & ALBAN, S. **Optimized and standardized isolation and structural characterization of anti-inflammatory sulfated polysaccharides from the red alga *Delesseria sanguinea* (Hudson) Lamouroux (Ceramiales, Delesseriaceae).** *Biomacromolecules*, v. 10, n. 11, p. 2998–3008, 2009.

HE, D. et al. **Gamma-irradiation degraded sulfated polysaccharide from a new red algal strain *Pyropia yezoensis* Sookwawon 104 with *in vitro* antiproliferative activity.** *Oncol Lett.* v. 20, n. 4, p. 91, 2020.

ISMAIL, M.M. et al. **Therapeutic Uses of Red Macroalgae.** *Molecules*. v. 25, n. 19, p. 4411, 2020.

JIAO, G. et al. **Chemical structures and bioactivities of sulfated polysaccharides from marine algae.** *Marine Drugs*, v. 9, n. 2, p. 196-223, 2011.

KLOAREG, B. & QUATRANO, R.S. **Structure of the Cell Walls of Marine Algae and Ecophysiological Functions of the Matrix Polysaccharides.** *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, v. 26, p. 259-315, 1988.

- MELO, M.R.S. et al. **Isolation and characterization of soluble sulfated polysaccharide from the red seaweed *Gracilaria cornea***. Carbohydrate Polymers. v. 49, p. 491-498, 2002.
- MATSUHIRO, B. et al. **Structural analysis and antiviral activity of a sulfated galactan from the red seaweed *Schizymenia binderi* (Gigartinales, Rhodophyta)**. Carbohydrate Research, v. 340, n. 15, p. 2392-2402, 2005.
- MCRAE, H.L. et al. **Updates in Anticoagulation Therapy Monitoring**. Biomedicines. v. 9, n. 3, p. 262, 2021.
- GUIRY, M.D. et al. **AlgaeBase: An On-line Resource for Algae**. Cryptogamie, Algologie. v. 35, n. 2, p. 105-115, 2014.
- OCHOA, Y.R. **Atividades anticoagulante e antitrombótica de Polissacarídeos sulfatados e fosforilados**. Tese de doutorado (Ciências – Bioquímica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- PEREIRA, M. G. et al. **Structure and anticoagulant activity of a sulfated galactan from the red alga, *Gelidium crinale*. Is there a specific structural requirement for the anticoagulant action?** Carbohydr Res. v. 340, n. 12, p. 2015-23, 2005.
- POMIN, V.H. **Review: An overview about the structure–function relationship of marine sulfated homopolysaccharides with regular chemical structures**. Biopolymers. v. 91, n. 8, p. 601-609, 2009.
- POMIN, V. H. & MOURÃO, P. A. S. **Structure versus anticoagulant and antithrombotic actions of marine sulfated polysaccharides**. Revista Brasileira de Farmacognosia. v. 22, n. 4, p. 921-928, 2012.
- POMIN, V.H. **Anticoagulant motifs of marine sulfated glycans**. Glycoconj J. v. 31, n. 5, p. 341-4, 2014.
- Pomin, V.H. **How to analyze the anticoagulant and antithrombotic mechanisms of action in fucanome and galactanome?** Glycoconj J. Feb;31(2):89-99, 2014.
- PŘEROVSKÁ, T. et al. **Arabinogalactan-like Glycoproteins from *Ulva lactuca* (Chlorophyta) Show Unique Features Compared to Land Plants AGPs**. J Phycol. v. 57, n. 2, p. 619-635, 2021.
- PRICE, I.R., & BIELIG, L.M. **Agar Yield from *Gracilaria edulis* (Gracilariales, Rhodophyta) in the Townsville Region, Eastern Tropical Australia**. Botanica Marina. v. 35, n. 5, 1992.
- QUINDERÉ, A.L.G. et al. **Is the antithrombotic effect of sulfated galactans independent of serpin?** J Thromb Haemost. v. 12, p. 43–53, 2014.
- ROCHA, H.A.O. et al. **Natural sulfated polysaccharides as anti thrombotic compounds. Structural characteristics and effects on the coagulation cascade**. Insights into carbohydrate structure and biological function. p 19, 2006.
- SÁNCHEZ, R.A.R. et al. ***Gracilariopsis hommersandii*, a red seaweed, source of agar and sulfated polysaccharides with unusual structures**. Carbohydrate polymers, 213, 138–146, 2019.

SHEATH, R.G. **The biology of freshwater red algae**. In Round, F. E. & Chapman, D. J. [Eds.] Progress in Phycological Research, vol 3. Biopress Ltd, Bristol UK, pp. 89–157, 1984.

SILVA, R.D.R & MELO, E.M. **A atual teoria da coagulação baseada em superfícies celulares**. Saúde e Ciência em ação. v. 2, n. 1, 2016.

SOKOLOVA, E.V. et al. **Influence of red algal sulfated polysaccharides on blood coagulation and platelets activation *in vitro***. Journal of Biomedical Materials Research A. v. 102, n. 5, p. 1431–1438, 2014.

SUDHARSAN, S. et al. **Antioxidant and anticoagulant activity of sulfated polysaccharide from *Gracilaria debilis* (Forsskal)**. International Journal of Biological Macromolecules. v. 81, p. 1031–1038, 2015.

SYNYTSYA, A. et al. **Cell wall polysaccharides of marine algae**. In Springer handbook of marine biotechnology (pp. 543-590). Springer, Berlin, Heidelberg, 2015.

USOV, A. I. **Polysaccharides of the red algae**. Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry. v. 65, p. 115-217, 2011.

VILLANUEVA, R.D. et al (1999). **Seasonal Variations in the Yield, Gelling Properties, and Chemical Composition of Agars from *Gracilaria eucheumoides* and *Gelidiella acerosa* (Rhodophyta) from the Philippines**. Botanica Marina, v. 42, n. 2, 1999.

VINE, A.K. **Recent Advances in Haemostasis and Thrombosis**. Retina. v. 29, p. 1 – 7, 2009.

XU. Y. et al. **Chemically modified polysaccharides: Synthesis, characterization, structure activity relationships of action**. Int J Biol Macromol. v. 132, p. 970-977, 2019.

ZAGO, M.A. et al. **Tratado de hematologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Academia de ginástica 66
Análogos de chalconas 55
Ansiedade 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 112, 133, 157, 158, 159, 163
Antibacteriano 134, 144
Antibacterianos 122, 145
Anticoagulantes 41, 122, 123, 136
Antivirais 122, 131, 132, 135
Anxiety 18, 22, 24, 28, 29, 30, 31
Anxiolytic 22, 24, 28, 29, 30, 38
Aplicativos 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105
Asparaginase 81, 82, 83, 89, 90
Atividades bioativas 13, 14, 15, 16, 18
Avaliação 1, 3, 4, 5, 7, 11, 19, 37, 38, 42, 44, 48, 66, 68, 69, 77, 78, 81, 84, 88, 99, 103, 104, 108, 110, 115, 137, 143, 144, 149, 164, 172, 177, 178, 180, 183, 184, 186

B

Betacaroteno 150

C

Canabidiol 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167
Cannabis 30, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167
Clorofila 41, 150, 152
Coagulação sanguínea 40, 47, 48
Conduta farmacêutica 185, 187, 191
Corante 150, 154
Corticoides 122, 136, 177
Covid-19 79, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193

D

Depressão 22, 23, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 159, 163, 165, 174
Derivados heterocíclicos 54, 55
Diabetes mellitus 128, 168, 169, 170, 171, 172, 177, 178, 181, 182, 183, 184

F

Farmacêutica 9, 1, 2, 11, 33, 56, 66, 68, 77, 79, 94, 95, 104, 106, 109, 143, 144, 177, 179, 185, 187, 189, 191

Farmácia clínica 168, 185

Fitoterapia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 21, 23, 38, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Fitoterápicos 9, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 20, 21, 23, 24, 28, 37, 39, 98, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120

G

Gestão do SUS 107, 119

H

Heparina 40, 42, 47, 48, 122, 124, 136

Hipersensibilidade 81, 82, 83, 84, 85, 88, 90

I

Idosos 20, 80, 91, 92, 93, 94, 123, 136, 166, 169, 182

L

Legislação 7, 67, 156, 160, 165

Leucemia linfoblástica aguda 81, 82

M

Macroalga marinha 40

Moringa oleífera 148, 149

P

Phytotherapy 1, 2, 14, 19, 20, 22, 24, 30, 107

Plantas medicinais 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 20, 23, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 118, 119, 120, 148, 149, 160

PNPMF 1, 2, 3, 6, 7, 106, 107, 109, 112, 113

R

Reação adversa 81, 86

RENAME 91, 92, 93, 94, 98, 115

Rosmarinus officinalis 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 38

S

Suplementos alimentares 66, 67, 69, 74, 77, 78, 79, 80

SUS 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 93, 98, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 115, 118, 119, 120, 169

T

Tecnologia móvel em saúde 96

U

Uso de medicamentos 5, 6, 8, 9, 10, 35, 91, 106, 109, 110, 112, 120, 123, 160, 165, 172, 174

Uso terapêutico 156, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167

Trajetória e pesquisa nas ciências farmacêuticas 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Trajetória e pesquisa nas ciências farmacêuticas 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 