

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



CLAUDIANE AYRES
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



CLAUDIANE AYRES
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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 Internazionele 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 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 Federaci 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

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Coleção desafios das engenharias: engenharia biomédica

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadora: Claudiane Ayres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia biomédica / Organizadora Claudiane Ayres. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-256-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.569211607>

1. Engenharia biomédica. I. Ayres, Claudiane (Organizadora). II. Título.

CDD 610.28

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 Engenharia Biomédica envolve a aplicação de princípios e métodos dos diversos ramos da engenharia que levam ao desenvolvimento, criação e adaptação de diversos instrumentos capazes de auxiliar na compreensão, definição, diagnóstico, monitoração, terapia, recuperação, reabilitação e prevenção de diversas afecções que podem comprometer a vida, atuando com inovação e tecnologia voltadas à área da saúde e biologia.

Trata-se de uma área multidisciplinar que associa conhecimentos de química, biologia, física, informática, entre outras diversas.

Pensando em todas as possibilidades e atualizações que envolvem a área das engenharias, a Atena Editora lança a Coleção “DESAFIOS DAS ENGENHARIAS: ENGENHARIA BIOMEDICA”, que traz 07 artigos capazes de fundamentar e evidenciar a importância dessa área de atuação das engenharias, que objetiva o cuidado, manutenção e valorização da vida.

Convido-te a conhecer as diversas possibilidades que envolvem essa área tão inovadora e abrangente.

Aproveite a leitura!

Claudiane Ayres

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

LABOR CONDITIONS OF INFORMAL MINING AND ITS RELATIONSHIP WITH LATUBERCULOSIS AND SILICOSIS SUFFERED BY WORKERS IN THE MINING ZONE OF OTOCA - LUCANAS -AYACUCHO - 2014

Jessenia Leonor Loayza Gutiérrez
Primitivo Bacilio Hernández Hernández
Omar Michael Hernández García
Aníbal Bacilio Hernández García
Walter Merma Cruz
Edward Paul Sueros Ticona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116071>

CAPÍTULO 2..... 14

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ÁRVORE BRÔNQUICA DO *GRACILINANUS AGILIS*

João Pedro Alves de Araújo
Mariane Ferracin Martucci Perandr e
Ana Flávia de Carvalho
Ricardo Alexandre Rosa
Celina Almeida Furlanetto Man anares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116072>

CAPÍTULO 3..... 25

EXTRAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE GENIPINA A PARTIR DOS FRUTOS VERDES DE GENIPA AMERICANA L

Bruna de Freitas Leite
Rafael Braga da Cunha
João Emídio da Silva Neto
José Filipe Bacalhau Rodrigues
Maria Roberta de Oliveira Pinto
Solomon Kweku Sagoe Amoah
Marcus Vinicius Lia Fook

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116073>

CAPÍTULO 4..... 34

PROSPECÇÃO *IN SILICO* DE ENZIMAS DO COMPLEXO LIGNINOCELULOL TICO EM *BACILLUS THURINGIENSIS*

Dimitri Sokolowskei
Edvar Carneiro Silva Junior
Paulo Roberto Martins Queiroz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116074>

CAPÍTULO 5..... 50

REVISÃO DAS ROTAS DE POLIMERIZAÇÃO DO ÁCIDO LÁCTICO FACTÍVEIS PARA O

PREPARO DE MATERIAIS ÚTEIS PARA APLICAÇÕES EM MEDICINA REGENERATIVA

Aghata Rodrigues Souza

Carolina Cruz Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116075>

CAPÍTULO 6..... 62

SUBSTITUTOS TISSULARES APLICADO AO TECIDO ÓSSEO

Luciana Pastena Giorno

Arnaldo Rodrigues Santos Jr

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116076>

CAPÍTULO 7..... 88

DETERMINAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SÍNTESE NA MORFOLOGIA E PUREZA DA HAP OBTIDA VIA REAÇÃO DE COMBUSTÃO

Thaíla Gomes Moreira

Kaline Melo de Souto Viana

Amanda Melissa Damião Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116077>

SOBRE A ORGANIZADORA 97

ÍNDICE REMISSIVO..... 98

CAPÍTULO 2

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ÁRVORE BRÔNQUICA DO *GRACILINANUS AGILIS*

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 20/04/2021

João Pedro Alves de Araújo

Centro Universitário da Fundação de Ensino
Octávio Bastos- Unifeob
São João da Boa Vista – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1373840157947892>

Mariane Ferracin Martucci Perandr 

Centro Universitário da Funda o de Ensino
Octávio Bastos- Unifeob
São João da Boa Vista – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8114204427130229>

Ana Flávia de Carvalho

Centro Universitário da Funda o de Ensino
Octávio Bastos- Unifeob
São João da Boa Vista – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8788491510610457>

Ricardo Alexandre Rosa

Centro Universitário da Funda o de Ensino
Octávio Bastos- Unifeob
São João da Boa Vista – São Paulo

Celina Almeida Furlanetto Man anares

Centro Universitário da Funda o de Ensino
Octávio Bastos- Unifeob
São João da Boa Vista – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4569724203159872>

RESUMO: O *Gracilinanus agilis*, também conhecido como cuíca-graciosa,   um marsupial presente em vários países sul-americanos e os dados sobre sua morfologia respiratória ainda

são escassos. Para realiza o do trabalho, foram utilizados cinco animais, que foram incisados em sua porão cervical e torácica, a após divulsão dos tecidos, realizou-se a avalia o "in situ" e, posteriormente, "ex situ", para análise mais detalhada, identificando assim, cinco lobos pulmonares, quatro lobos do lado direito e um do lado esquerdo. Em seguida, realizou-se incisões transversais em cada lobo, para melhor avalia o do parênquima pelo estudo histológico dos segmentos pulmonares. Foram realizadas três colora es, hematoxilina e eosina, azul de toluidina e, picros rius, através das quais, observou-se que a cartilagem da traqueia   hialina com anéis incompletos, reduzida presença de cartilagem nos segmentos bronquiais e ausência nos bronquiolares. O presente trabalho objetivou obter mais dados sobre a morfologia da árvore brônquica do *G. agilis*, contribuindo para maior conhecimento morfológico da espécie, para a medicina da conserva o e zoologia.

PALAVRAS-CHAVE: Brônquios; Bronquiolos; Marsupiais; Traqueia.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS STUDY OF *GRACILINANUS AGILIS* BRONCHIAL TREE

ABSTRACT: The *Gracilinanus agilis*, also known as graceful-cuica, is a South-America marsupial, and data about its respiratory morphology are still scarce. For carrying out the work were used five animals. They were incised in its cervical and thoracic portion, after divulsion of abdominal wall's tissues, "in situ" and subsequently "ex situ" evaluation has been made to obtain more details, identifying five pulmonare lobes, four on the right

and one on de left. Then transversal incisions were made in each lobe, for the histologic study of pulmonary segments. Three colorings were performed, hematoxilin and eosin, toluidine blue and picosirius, through witch, it was observed that the tracheal cartilage is hyaline with incomplete rings, there is reduced presence of cartilage on bronchial segments, absence in bronchiolar. This work had the objective to get more knowledge about the *G. agilis* bronchial tree morphology, contributing to greater morphological knowledge of the specie, conservation medicine and zoology.

KEYWORDS: Bronchi; Bronchioles; Marsupials; Trachea.

INTRODUÇÃO

Pertencente à classe Mammalia, interclasse marsupialia e ordem Didelphimorphia, o *Gracilinanus agilis*, assim como outros marsupiais, habitam territórios variados, de acordo com seus hábitos alimentares e características próprias de cada espécie (HICKMAN JR. et al., 2016). Comumente conhecido como cuíca, o *G. agilis* vive em regiões de vegetação, como Mata Atlântica, nos galhos das copas das árvores, e por isso, são animais ágeis e com cauda estrategicamente preênsil (ANTUNES et al., 2006).

Devido aos seus hábitos de frugivoria, desempenha significativa papel na dispersão de sementes, o que contribui para o aumento no número de espécies vegetais das regiões em que vivem, como já foi comprovado por estudos em determinadas áreas do Cerrado (CAMARGO et al., 2011). O sistema respiratório é composto por narinas, seios paranasais, parte nasal da faringe, laringe, traqueia e árvore brônquica. A traqueia segue como uma estrutura indivisível até certo ponto da cavidade torácica, onde se ramifica em dois brônquios classificados de acordo com sua localização, como extrapulmonares (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

A traqueia é um órgão tubular revestido internamente por um epitélio classificado como pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes. Em continuidade com esse epitélio, há um tecido conjuntivo extremamente vascularizado e rico em glândulas seromucosas, sendo essas duas características histológicas responsáveis por aquecer e umedecer o ar inalado, respectivamente. A presença de células caliciformes é importante, pois o conteúdo mucoso formado pela secreção dessas células e das glândulas seromucosas é responsável pela retenção de sujidades inaladas. O muco e as sujidades retidas nele são eliminados em sentido à faringe, tal eliminação é possível graças ao batimento ciliar (MONTANARI, 2016).

O *G. agilis* não se classifica como um grupo em risco de extinção (LESSA et al., 2009; CARMIGNOTTO et al., 2015). O dimorfismo sexual nessa espécie não é evidente, não apresentando diferenças significativas (RIBEIRO, 2011).

Assim, devido à sua presença em vários cenários brasileiros, é necessário maior conhecimento sobre as características morfológicas do *G. agilis*. O presente trabalho objetivou analisar as principais características anatômicas e histológicas, presentes na

árvore brônquica desses animais. Os dados obtidos serão uma importante contribuição para somar às características já conhecidas sobre sua morfologia, possibilitando, portanto, um conhecimento mais amplo sobre a fauna nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Ciências Morfológicas do Centro Universitário da Fundação de Ensino Octavio Bastos – UNIFEOB, localizado na cidade de São João da Boa Vista, SP. Para a classificação da árvore brônquica foram utilizados cinco animais de ambos os sexos, sendo três machos e duas fêmeas, sem idade definida, pertencentes ao acervo de peças anatômicas do Laboratório de Anatomia Veterinária da UNIFEOB. Esses animais foram cedidos com autorização do IBAMA, pelo processo número 02001.007176/03-69. Foram respeitados os parâmetros Internacionais da bioética e bem-estar animal conforme preconiza a CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária de São João da Boa Vista – UNIFEOB.

Para a observação das estruturas pertencentes à árvore brônquica do *Gracilinanus agilis*, foi feita incisão cervical e torácica (da região do pescoço até próximo a região epigástrica). Após a realização da incisão cutânea, foi feita a divulsão dos músculos esterno-hioide, esterno cefálico, esterno-tireoideo, para localização da traqueia e, divulsão dos músculos peitorais superficial, transverso e profundo. Em seguida, fez-se a ruptura dos ossos do gradil costal e retirada do osso esterno, o que permitiu acesso ao coração e aos pulmões direito e esquerdo, seguido da avaliação das estruturas “*in situ*”. Em seguida foi realizada a ruptura dos ligamentos e tracionamento da traqueia em sua porção mais cranial, juntamente com as cartilagens da laringe, para a retirada dessas estruturas da cavidade torácica e realização das análises “*ex situ*”. Após a exteriorização do conjunto traqueia, pulmões e coração, retirou-se o coração, desagrupando assim, coração e pulmões, para o isolamento e melhor visualização dos lobos pulmonares. Cada lobo pulmonar foi individualizado e incisado duas vezes (Figura 1), sendo uma incisão cranial e outra caudal, com lâmina de bisturi número 21, o que permitiu a obtenção de três regiões. As regiões obtidas a partir das incisões foram: cranial, média e caudal, com exceção do lobo pulmonar cranial direito que devido ao seu tamanho menor, foi incisado apenas uma vez em sua porção mediana e, assim, foi separado apenas nas porções cranial e caudal. O objetivo das incisões foi avaliar os ramos da árvore brônquica quanto ao seu calibre e distribuição no parênquima. Desse modo, realizou-se a classificação dos brônquios lobares, segmentares e subsegmentares. Posteriormente à análise e identificação macroscópica, os tecidos foram submetidos à processos que permitiram a obtenção das lâminas histológicas.

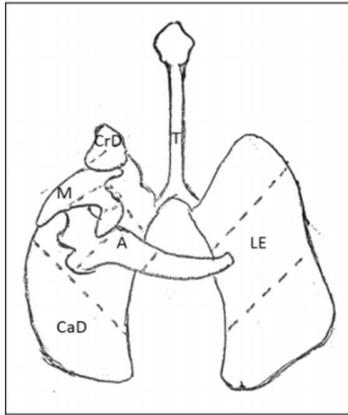


Figura 1: Representação ilustrativa das regiões onde foram realizadas as incisões em cada lobo pulmonar. Observar a traqueia (T), o lobo pulmonar cranial direito (CrD), lobo pulmonar médio (M), lobo pulmonar acessório (A), lobo pulmonar caudal direito (CaD) e lobo pulmonar esquerdo (LE).

Os tecidos passaram inicialmente por concentrações crescentes de álcoois, de 70% a 100%, sendo introduzidos três vezes no álcool 100%, para que ocorresse sua desidratação. Esses segmentos de pulmões foram transferidos para xilol, um solvente que atua clareando os tecidos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013) e posteriormente emblocados em similar parafina Histosec®. Os blocos de parafina foram cortados em micrótomo LEICA®, modelo 2165, com espessura média de 5µm e posteriormente corados seguindo as técnicas de Hematoxilina e Eosina, Azul de Toluidina e Picrosirius.

Todos os resultados obtidos foram descritos de acordo com a Nomenclatura Anatómica Veterinária (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017) e com a Nomenclatura Histológica Veterinária (International Committee on Veterinary Histological Nomenclature, 2017).

RESULTADOS

Após a dissecação, a cavidade torácica do *Gracilinanus agilis* foi mensurada em 20 mm, sendo esse o comprimento identificado da base do pescoço até o diafragma no início da região abdominal. A cavidade torácica é protegida pelo gradil costal e, em sua superfície caudal é delimitada pelo diafragma, sendo este responsável por dividir a cavidade torácica da cavidade abdominal. A maior parte da cavidade torácica é preenchida pelos pulmões e nela encontra-se o mediastino, espaço onde se localiza o coração. Através da avaliação “in situ” confirmou-se a íntima relação dos lobos pulmonares com órgãos de outros sistemas, como o coração e o nervo vago (Figura 2).

Observou-se em avaliação “ex situ” que ao todo, o *G. agilis* possui cinco lobos pulmonares, sendo quatro deles direitos, divididos em cranial, médio, caudal e acessório, e um lobo esquerdo único (Figura 3).

Constatou-se que a traqueia possui comprimento de 6mm e que há ramificação das estruturas correspondentes à árvore brônquica, uma vez que nos parênquimas dos lobos cortados, visualizou-se brônquios de calibre maior, localizados centralmente no parênquima e à medida que os brônquios progridem em sentido às porções mais distais dos lobos pulmonares, observa-se estruturas de calibre menor em relação às que se localizam nas porções centrais, logo, as estruturas de maior calibre e localizadas na região extralobar, são os brônquios principais, dos quais se originam os brônquios lobares, presentes nas porções mais proximais dos lobos pulmonares, e as estruturas distais e de calibre menor correspondem aos brônquios segmentares e subsegmentares.

Assim, a ramificação anatômica da árvore brônquica do *G. agilis* demonstrou a traqueia se bifurcando em sua porção distal em dois brônquios principais e extralobares, cuja ramificação do brônquio principal direito, formava quatro brônquios denominados brônquios lobares e, identificados como os mais calibrosos presentes nas regiões centrais dos lobos pulmonares. Os brônquios segmentares e subsegmentares foram identificados de acordo com seus calibres e suas localizações mais distais nos parênquimas pulmonares anteriormente incisados (Figura 4). O brônquio principal esquerdo originou o brônquio lobar, uma vez que adentrou no parênquima pulmonar sem ramificações prévias. Com base nesses dados, fez-se a representação ilustrativa (Figura 5) da orientação intralobar dos lobos pulmonares descritos. Os tecidos foram processados e preparados para confecção de laminário histológico, possibilitando, assim, a obtenção de dados referentes à sua morfologia microscópica da traqueia e do parênquima pulmonar.

Microscopicamente avaliou-se que a traqueia (Figura 6) apresenta de anéis incompletos, constituídos por cartilagem do tipo hialina e seu epitélio de revestimento é pseudoestratificado colunar ciliado com células calciformes. Na avaliação do parênquima (Figura 7), observou-se que os segmentos de cartilagem, quando presentes ao longo das estruturas bronquiais, são mínimos, tendo em vista que em nenhum brônquio observou-se a presença de anéis incompletos ou de segmentos extensos, mas sim grande quantidade de musculatura lisa e porções extremamente discretas da cartilagem. Observou-se que o epitélio respiratório, anteriormente observado na traqueia, não se estende ao lúmen das estruturas bronquiais, que são internamente revestidas por um epitélio simples cúbico e as estruturas bronquiolares apresentam epitélio simples pavimentoso em seu lúmen. Tais dados condizem com um adelgaçamento precoce das porções de revestimento da árvore brônquica da espécie em questão.

A ramificação histológica da árvore brônquica do *G. agilis*, foi descrita de acordo com as estruturas constituintes de cada segmento observado, onde os brônquios originam bronquíolos, os bronquíolos se ramificam em bronquíolos terminais. Os bronquíolos terminais se ramificam em bronquíolos respiratórios e esses por sua vez, se ramificam e originam ductos alveolares. Os ductos alveolares se ramificam em sacos alveolares e, os sacos alveolares se ramificam em alvéolos pulmonares, que são constituídos por células

distintas, entre as quais, destacam-se pneumócitos do tipo I e do tipo II. Com base nesses resultados, realizou-se um esquema representativo (Figura 8), evidenciando as diferenças morfológicas entre as principais estruturas supracitadas.

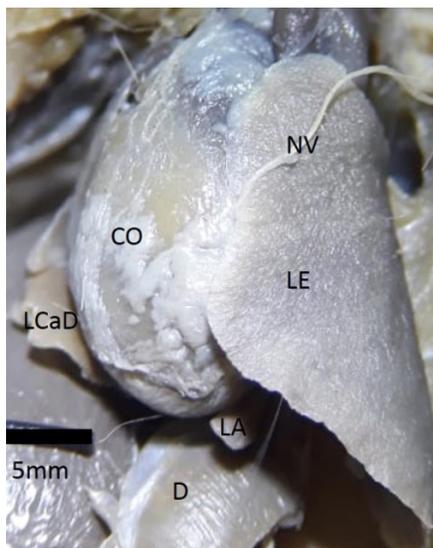


Figura 2: Pulmão “in situ”, é possível observar o coração (CO), revestido pelo pericárdio, o diafragma (D), o lobo pulmonar esquerdo (LE), lobo pulmonar caudal direito (LCaD), o lobo acessório (LA) e o nervo vago (NV). Barra: 5mm.

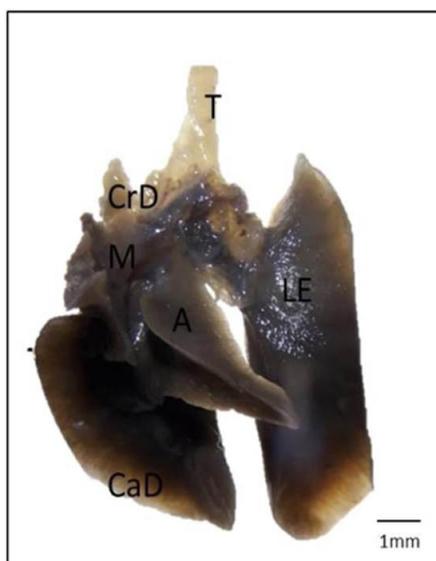


Figura 3 :Vista ventral do pulmão do *Gracilinanus agilis*, observa-se a traqueia (T), a subdivisão do pulmão direito em lobo pulmonar cranial direito (CrD), Lobo pulmonar médio (M), lobo pulmonar acessório (LA), lobo pulmonar caudal direito (CaD); e lobo pulmonar esquerdo (LE). Barra: 1mm.

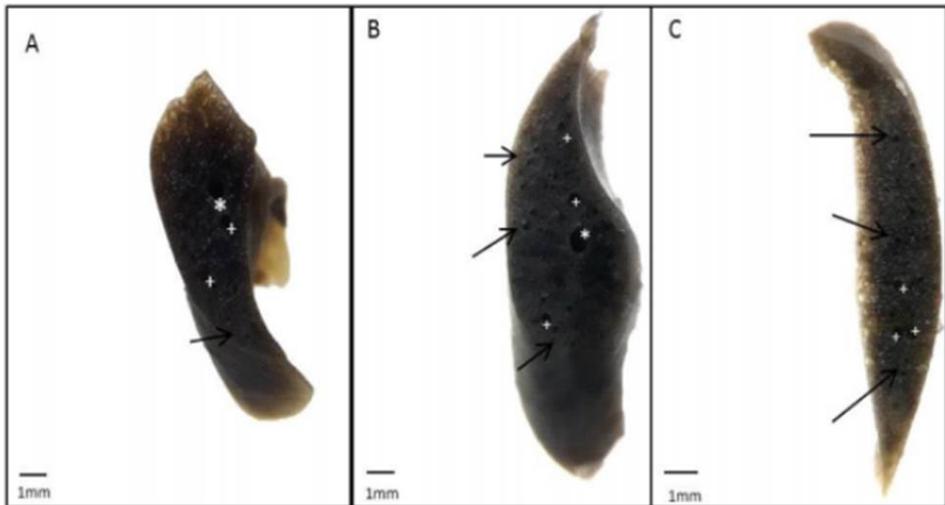


Figura 4: A, porção cranial do lobo pulmonar esquerdo. Observar: brônquio lobar, (*); brônquio segmentar, (+); brônquio subsegmentar (seta). B, porção média do lobo pulmonar esquerdo; brônquio lobar, (*); brônquio segmentar (+); brônquio subsegmentar (seta). C, porção distal do lobo pulmonar esquerdo; brônquio segmentar (+) e brônquio subsegmentar (seta). Barra: 1mm

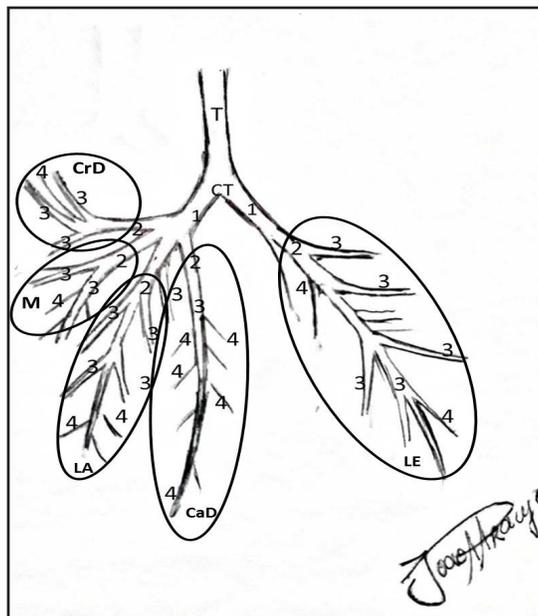


Figura 5: Observar a traqueia (T), carina traqueal (CT), lobo pulmonar cranial direito (CrD), lobo pulmonar médio (M), lobo pulmonar acessório (LA), lobo pulmonar caudal direito (CaD), lobo pulmonar esquerdo (LE). Cada lobo com suas respectivas ramificações da árvore brônquica: brônquios principais (1), brônquios lobares (2), brônquios segmentares (3), brônquios subsegmentares (4).

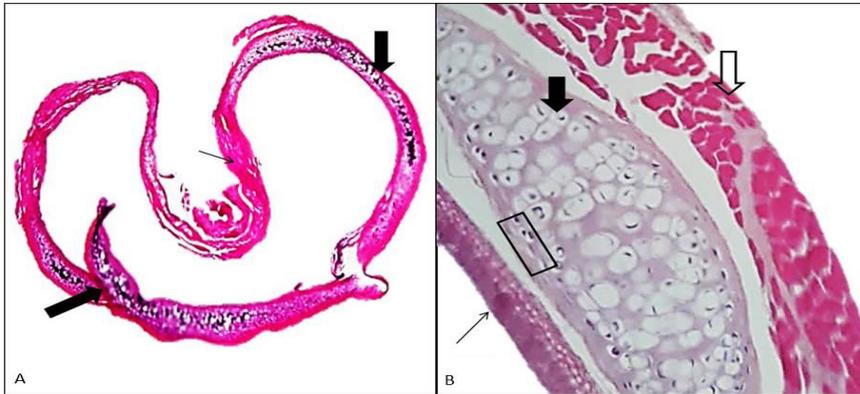


Figura 6: Fotomicrografia da traqueia. A, cartilagem hialina (seta grossa); segmento de musculatura lisa (seta fina). HE, 40x. B- epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes (seta fina); condrócitos (seta grossa); seta vazia: músculo liso (seta vazia); pericôndrio e condroblastos (quadrado). HE, 100x.

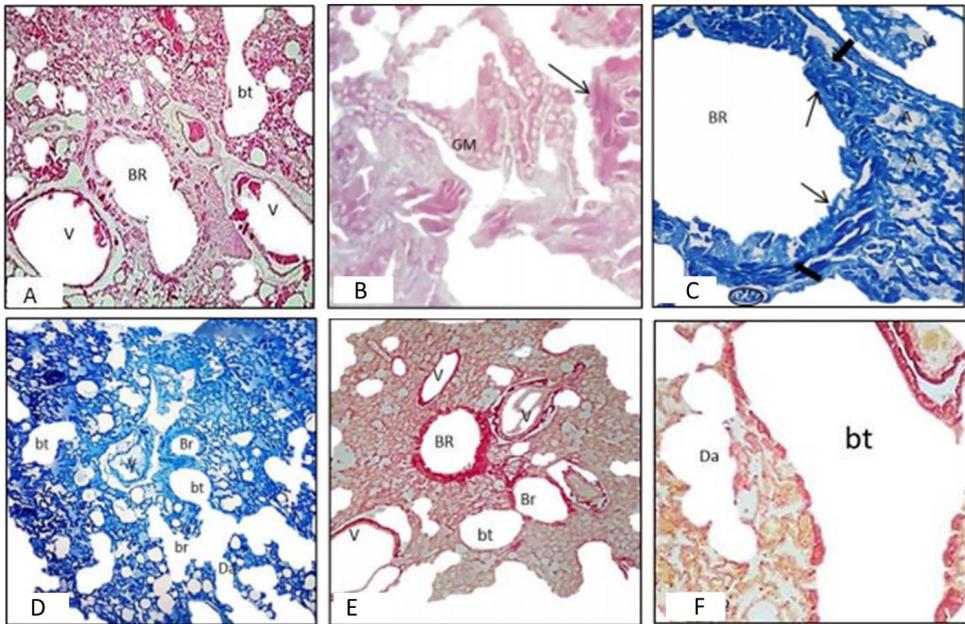


Figura 7: A, Brônquio (BR), bronquíolo terminal (bt), vaso sanguíneo (v). Hematoxilina e eosina, 10x. B, glândula mucosa (GM), músculo liso (seta). Hematoxilina e eosina, 100x. C, brônquio (BR), epitélio simples cúbico (seta fina), musculatura lisa (seta grossa), cartilagem hialina (círculo). alvéolo (A). Azul de Toluidina, 40x. D- bronquíolo (Br), bronquíolo terminal (bt), bronquíolo respiratório (br), vaso sanguíneo (v), ducto alveolar (Da). Azul de Toluidina, 10x. E, brônquio (BR), bronquíolo (Br), bronquíolo terminal (bt), vaso sanguíneo (V). Picosírius, 10x. F, bronquíolo terminal (bt); ducto alveolar (Da). Picosírius, 40x.

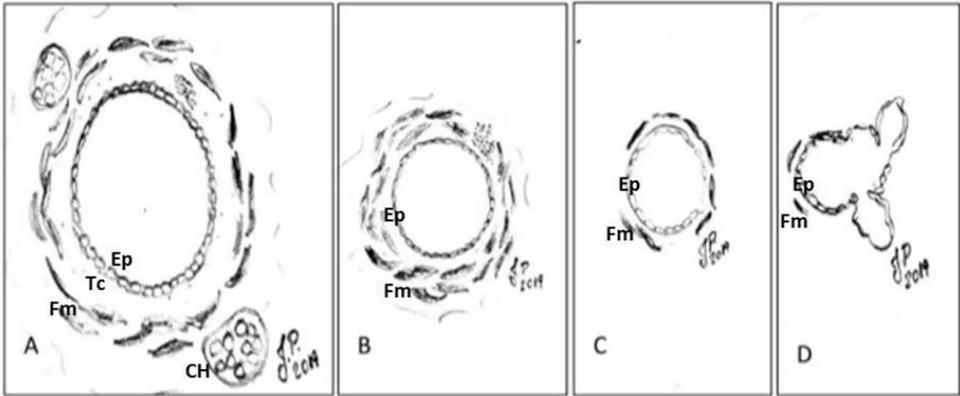


Figura 8: A, brônquio; epitélio simples cúbico (Ep); tecido conjuntivo da lâmina própria (Tc); fibras musculares (Fm); cartilagem hialina (CH). B, bronquíolo; epitélio simples pavimentoso (Ep); fibras musculares (Fm). C, bronquíolo terminal; epitélio simples pavimentoso (Ep), fibras musculares (Fm). D, bronquíolo respiratório; epitélio simples pavimentoso (Ep).

DISCUSSÃO

Segundo Hildebrand (1995), os mamíferos em geral, possuem pulmão ramificado em lobos. Essa ramificação expressiva, que também pode ser observada no *Gracilinanus agilis*, está intimamente relacionada com a alta taxa metabólica desses animais, que necessitam de uma ação mais eficiente do pulmão, por isso, o maior número de ramificações. A divisão do pulmão direito em quatro lobos, cranial, médio, caudal e acessório foi relatada em animais silvestres como quati (*Nasua nasua*), descrito por Oliveira et al. (2012), ouriço-cacheiro (*Sphiggurus villosus*), descrito por Guimarães et al. (2012). Penno et al. (2005), constatou que a cutia (*Dasyprocta aguti*) também possui o pulmão direito subdividido em quatro lobos pulmonares, assim como o caititu (*Pecari tajacu*), descrito por Oliveira et al. (2015).

Hare (1986) também constatou que todos os animais domésticos apresentam seu pulmão direito subdividido em quatro lobos, com exceção dos equinos. A subdivisão do pulmão direito em quatro lobos, cranial, médio, caudal e acessório, foi igualmente observada no *G. agilis*, assim como nas demais espécies silvestres usadas como comparação. Todavia, ao contrário do que foi observado por Oliveira et al. (2015) em relação à ramificação da árvore brônquica de caititus, o *G. agilis*, não apresenta brônquio traqueal, e assim, o único ponto de ramificação da traqueia, presente na espécie estudada, está restrito à carina traqueal. Assim, a morfologia de sua árvore brônquica, se assemelha em partes, à morfologia de animais domésticos como cães e gatos, e de outros animais silvestres como quati, ouriço cacheiro e cutia.

Por meio da análise microscópica, observou-se que a traqueia do *G. agilis*, apresenta a mesma divisão histológica descrita por Gartner e Hiatt (2007), sendo este órgão dividido

histologicamente na camada mucosa, composta pelo epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado com células caliciformes, ou simplesmente epitélio respiratório e por um tecido conjuntivo frouxo, caracterizando a lâmina própria.

A submucosa apresentando tecido conjuntivo denso não modelado, extremamente rico em glândulas mucosas. As glândulas mucosas são exócrinas, e especializadas na produção de mucinogênio, uma variação de proteína que em contato com a água torna-se mucina, uma secreção pegajosa e principal constituinte do muco. Os ductos dessas glândulas se abrem no epitélio, ultrapassando as camadas de tecido conjuntivo ricas em fibras elásticas. Ainda na camada submucosa se identifica aglomerados de tecidos linfóides (GARTNER; HIATT, 2007). Entretanto, a submucosa da traqueia do *G. agilis* é delgada, e não foi possível observar nódulos linfóides. A presença de glândulas serosas no tecido conjuntivo subjacente ao epitélio respiratório, foi comprovada em gambás (*Didelphis* sp.) por Bertassoli et al. (2013), que também observou a presença de anéis cartilagosos constituídos por cartilagem hialina, acompanhada de musculatura lisa. No *G. agilis* também se observou essa relação íntima entre cartilagem e musculatura lisa.

Banks (1992) descreveu a presença de glândulas mucosas em segmentos mais profundos da árvore brônquica na espécie felina, e ressaltou que o mesmo não é observado em algumas outras espécies, nas quais, essas glândulas se limitam a porções extrapulmonares da árvore brônquica. No *G. agilis*, assim como na espécie felina, a presença de glândulas mucosas pode ser observada ao longo de segmentos mais profundos da árvore brônquica.

Conclui-se, portanto, que a árvore brônquica do *G. agilis* apresenta diversos pontos semelhantes às outras espécies domésticas e silvestres, mas apresenta particularidades histológicas marcantes, como a diminuição e adelgaçamento das estruturas do revestimento interno dos segmentos de sua árvore brônquica.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento e à UNIFEOB por fornecer o ambiente e materiais necessários à realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, V. Z.; LORETTO, D.; DELCIELLOS, A. C. **Marsupiais na Mata Atlântica**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 38, n. 223, p. 66-69, 2006.

BERTASSOLI, B. M.; SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, F. D.; OLIVEIRA, D. M.; NETO, A. C. A.; CARVALHO, A. F. **Morfologia da laringe e traqueia de gambás (*Didelphis* sp.)**. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 14, n. 2, p. 222-229, 2013.

BANKS, W.J. **Histologia Veterinária Aplicada**. São Paulo: Manole, 2ed.1992p.504.

CAMARGO, N. F.; CRUZ, R. M. S.; RIBEIRO, J. F.; VIEIRA, E. M. **Frugivoria e potencial dispersão de sementes pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphidae: Didelphimorphia) em áreas de Cerrado no Brasil central.** Acta Botanica Brasílica, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, p. 646-656, 2011.

CARMIGNOTTO, A.P., SOLARI, S., DE LA SANCHA, N.; COSTA, L. 2015. *Gracilinanus agilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e. T9417A22169828. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T9417A22169828>. en. Downloaded on 22 November 2020.

GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. **Tratado de histologia em cores.** Rio de Janeiro, Elsevier, 3 ed. 2007. 592 p.

GUIMARÃES, G. C.; LOPES, G. C.; ROSA, M. C. B.; SESTARI, C. E. O.; OLIVEIRA, F. S. **Lobação pulmonar e distribuição brônquica do ouriço-cacheiro (*Sphiggurus villosus*).** Acta Scientiae Veterinariae, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 1- 4, 2012.

HARE, W. C. D. **Sistema respiratório do carnívoro.** In: GETTY, R. D. V. M. (Ed.). Anatomia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 466-490.

HICKMAN JR., C. P.; ROBERTS, L. S.; KEAN, S.; EINSENHOUR, D. J.; LARSON, A.; L'ANSON, H. **Princípios integrados à Zoologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. e-book.

HILDEBRAND, M. **Análise da estrutura dos vertebrados.** São Paulo: Atheneu, 1995. 700 p.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J., **Histologia básica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 538 p.

LESSA, G.; COSTA, H. C.; MOURA, M. R. **Cuíca-graciosa (*Gracilinanus agilis*).** Universidade Federal de Viçosa; Museu de Zoologia João Moojen, n. 8.

MONTANARI, T. **Histologia, texto, atlas e roteiro de aulas práticas.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016. 231 p.

OLIVEIRA, G. B.; OLIVEIRA, R. E. M.; BEZERRA, F. V. F.; OLIVEIRA, M. F. **Lobação, árvore brônquica e vascularização do pulmão de catetos (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1785),** Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 247-255, 2015.

OLIVEIRA, V. C.; SOUZA, A. F.; SANTOS, A. C.; BERTOLOSSI, B. M.; ROSA, R. A.; CARVALHO, A. F.; MANÇANARES, C. A. F. **Estudo morfológico do sistema respiratório do quati (*Nasua nasua*).** Revista Biotemas, Florianópolis, v. 25, p. 81-92, 2012.

PENNO, A. K.; CARVALHO, M. A. M.; ASSIS-NETO, A. C.; AZEVEDO, M.; MELLO, G. W. S. **Lobação, ramificação brônquica e distribuição arterial no pulmão da cutia (*Dasyprocta* sp., Mammalia – Rodentia).** Brazilian Journal of Veterinary Research and Science Animal, São Paulo, v. 42, n. 5, p. 327-332, 2005.

RIBEIRO, J. F. **Avaliação do uso do espaço pelo marsupial *Gracilinanus agilis* em área de cerrado no Brasil Central.** 2011.

ROSS, M.H.; PAWLINA, W.; BARNASH, T.A. **Atlas de Histologia Descritiva Humana.** Porto Alegre: Artmed. 2012.

SOBRE A ORGANIZADORA

CLAUDIANE AYRES - Possui graduação em Fisioterapia pelo Centro de Ensino Superior de Campos Gerais (2012). Recebeu diploma de mérito acadêmico, conquistando o primeiro lugar geral da turma de formandos 2012, do curso de Fisioterapia do Centro Superior do Campos Gerais- CESCAGE. Mestre em Ciências Biomédicas - UEPG (2016-2018) Pós-graduada em Fisioterapia Dermatofuncional CESCAGE (2012-2013). Pós- graduada em Gerontologia-UEPG (2017-2018); Pós- graduada em Fisioterapia Cardiovascular (2017-2018); Tem experiência nas áreas de fisioterapia em de Fisioterapia em UTI (Geral, coronariana e neonatal); Fisioterapia Hospitalar, Fisioterapia em DTM e orofacial; Fisioterapia em Saúde do Idoso; Atuou como docente do curso técnico em estética do CESCAGE-2013; Atuou na área de fisioterapia hospitalar e intensivismo (UTI Geral e coronariana)- 2016- 2018; Atualmente, atua como docente em cursos profissionalizantes de estética facial, corporal e massoterapia na Ideale Cursos; Atua também como docente do curso de Fisioterapia do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE. Atua ainda como docente do curso Tecnólogo em Estética e Cosmetolgoia -UNICESUMAR PG.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Bacillus thuringiensis 34, 35, 36, 47, 48

Biocombustíveis 34, 35, 36, 38, 39, 44, 45, 46

Bronquíolos 14, 18

Brônquios 14, 15, 16, 18, 20

C

Condiciones laborales 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12

E

Engenharia de tecidos 50, 55, 58, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 74, 78, 80, 81

Envelhecimento celular 62

Enzimas 27, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 57, 58, 73

F

Frutos verdes de Jenipapo 26

G

Genipa americana Linnaeus 25, 26, 32

Genipina 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 79

L

Ligninocelulolítico 34, 36, 41, 43, 44, 46

M

Marsupiais 14, 15, 23

Materiais biocompatíveis 62

Medicina regenerativa 50, 52, 55, 58, 64, 65, 74, 79

P

Polimerização 40, 50, 52, 54, 57, 69

Polímeros biorreabsorvíveis 62, 67, 68

R

Reparo ósseo 62, 64

S

Silicosis 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

T

Traqueia 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Tuberculosis 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 13

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Atena
Editora
Ano 2021