



CIÊNCIAS DA SAÚDE

ANATOMIA HUMANA E COMPARADA

ORGANIZADORES

LUCIANA AMARAL DE MASCENA COSTA

IGOR LUIZ VIEIRA DE LIMA SANTOS

CARLIANE REBECA COELHO DA SILVA

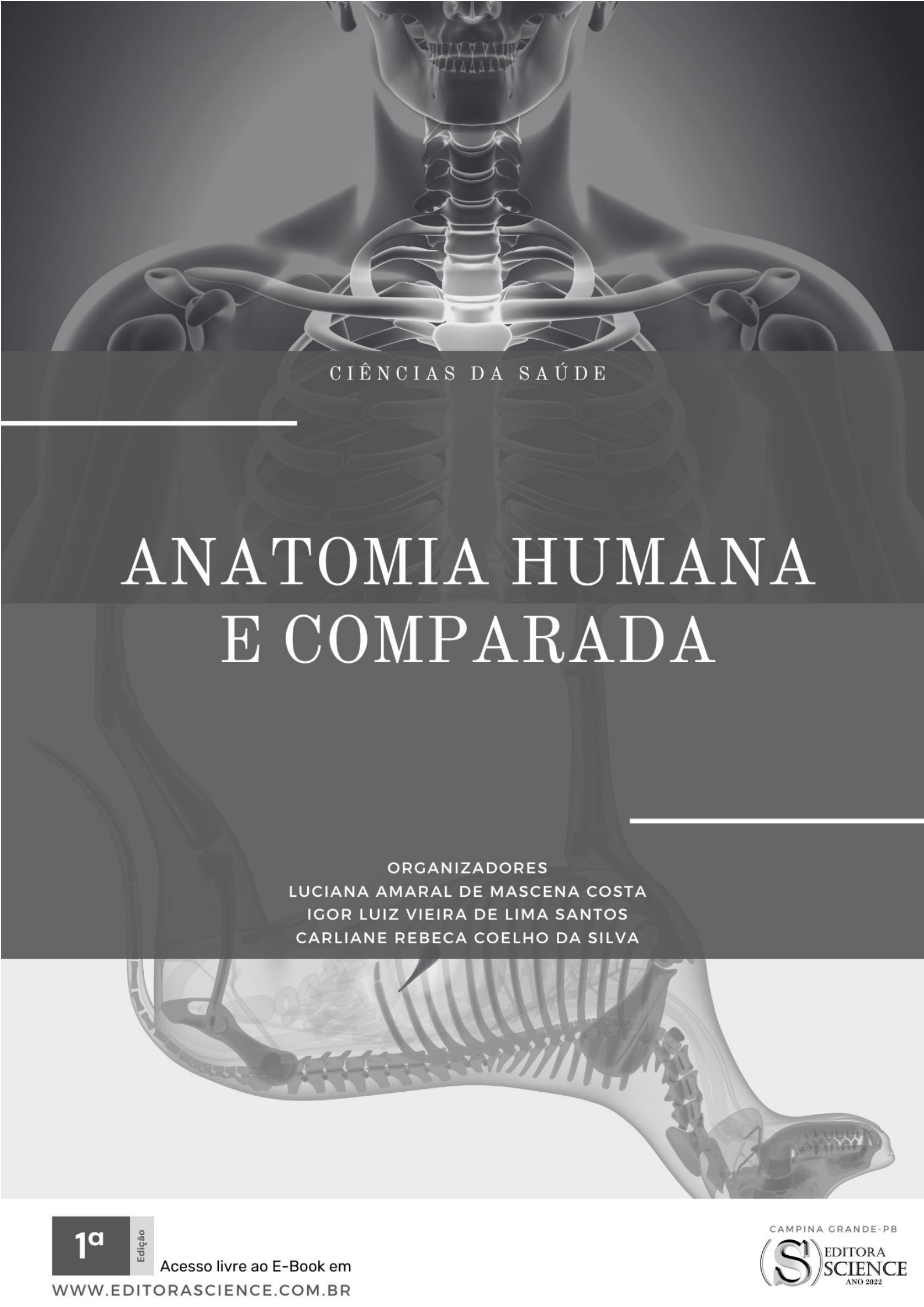
1ª

Edição

Acesso livre ao E-Book em

WWW.EDITORASCIENCE.COM.BR

 EDITORA
SCIENCE
ANO 2022



CIÊNCIAS DA SAÚDE

ANATOMIA HUMANA E COMPARADA

ORGANIZADORES

LUCIANA AMARAL DE MASCENA COSTA

IGOR LUIZ VIEIRA DE LIMA SANTOS

CARLIANE REBECA COELHO DA SILVA

1ª

Edição

Acesso livre ao E-Book em

WWW.EDITORASCIENCE.COM.BR

CAMPINA GRANDE-PB

(S) EDITORA
SCIENCE
ANO 2022

Todos os Direitos Desta Edição Reservados à
© 2022 EDITORA SCIENCE
Av. Marechal Floriano Peixoto. 5000.
Campina Grande, PB, 58434-500.
CNPJ: 42.754.503/0001-00

REGISTRO CBL (Câmara Brasileira do Livro)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Anatomia humana e comparada [livro eletrônico] /
organização Luciana Amaral de Mascena Costa,
Igor Luiz Vieira de Lima Santos, Carliane
Rebeca Coelho da Silva. -- Campina Grande, PB :
Ed. dos Autores, 2022.
PDF.

Bibliografia.
ISBN 978-65-00-49581-2

1. Anatomia humana I. Costa, Luciana Amaral
de Mascena. II. Santos, Igor Luiz Vieira de Lima.
III. Silva, Carliane Rebeca Coelho da.

22-120281

CDD-611
NLM-QS-018

Índices para catálogo sistemático:

1. Anatomia humana : Ciências médicas 611

Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



<https://doi.org/10.56001/22.9786500495812>

Para consulta na CBL acesse: <https://www.cblservicos.org.br/isbn/pesquisa/>



Editora–Chefe

Pós-Dra. Carliane Rebeca Coelho da Silva

Editores Organizadores

Dra. Luciana Amaral de Mascena Costa

Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos

Pós-Dra. Carliane Rebeca Coelho da Silva

Editoração e Diagramação

Corpo Técnico da Editora Science

Revisão Principal/Por Pares

Os Autores / Revisores *Ad Hoc* / Corpo
Editorial / Organizadores

Revisão Final

Pós-Dra. Carliane Rebeca Coelho da Silva

Programas Registrados de Design

©Canva Pro Registered Design



Copyright © 2022 Editora Science

Copyright Textual © 2022 Os autores

Copyright da Edição © 2022 Editora
Science

*Todos os Direitos e os Termos de Cessão de
Direitos Autorais para esta edição foram
cedidos à Editora Science pelos próprios
autores.*

Declaração de Direitos

Todos os direitos reservados.

Qualquer parte deste livro pode ser reproduzida, transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microfilmagem, gravação ou de outra forma, desde que citada a fonte. Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Todos os artigos de autoria inédita, revisão, comentários, opiniões, resultados, conclusões ou recomendações são de inteira responsabilidade do(s) autor(es), e não refletem necessariamente as opiniões dos editores e/ou da empresa.

Para cópias impressas, para compras em massa e/ou informações sobre este e outros títulos da © Editora Science, entre em contato com a editora pelo telefone: Tel.: +55-83-991647953; E-mail: contato@editorascience.com ou editorascience@gmail.com

Siga nossas redes sociais fique por dentro das novidades e amplie o alcance dos nossos livros:

Facebook: <http://www.facebook.com/editorascience>

Instagram: <https://www.instagram.com/editorascience>

© 2022 EDITORA SCIENCE

Editora-Chefe:

PÓS-DRA. CARLIANE REBECA COELHO DA SILVA (EDITORA-CHEFE)

Gerente Editorial:

PROF. DR. IGOR LUIZ VIEIRA DE LIMA SANTOS (UFCG)

Conselho Editorial:

PÓS-DRA. CARLIANE REBECA COELHO DA SILVA (EDITORA-CHEFE)

PROF. DR. IGOR LUIZ VIEIRA DE LIMA SANTOS (UFCG)

DRA. LUCIANA AMARAL DE MASCENA COSTA (ALPHA)

PÓS-DRA. AYRLES FERNANDA BRANDÃO DA SILVA (UFCE)

Corpo Editorial:

PÓS-DRA. CARLIANE REBECA COELHO DA SILVA (EDITORA-CHEFE)

PÓS-DRA. AYRLES FERNANDA BRANDÃO DA SILVA (UFCE)

DR. IGOR LUIZ VIEIRA DE LIMA SANTOS (UFCG)

DRA. LUCIANA AMARAL DE MASCENA COSTA (UFRPE)

DRA. FERNANDA MIGUEL DE ANDRADE (FIS)

DRA. WELMA EMÍDIO DA SILVA (FIS)

MSc. LÚCIA MAGNÓLIA A. SOARES DE CAMARGO (UNIFACISA)

DR. JOSÉ OLÍVIO LOPES VIEIRA JÚNIOR (UENF)

DRA. FRANCIELI DE FATIMA MISSIO (UFSM)

PÓS-DR. CRISTIANO CUNHA COSTA (UFS)

DR. MILTON GONÇALVES DA SILVA JUNIOR (UNIARAGUAIA)

MSc. MARCELO SALVADOR CELESTINO (UNESP)

MSc. GABRIEL PARISOTTO (UNISUAM)

DR. MARCUS VINICIUS PERALVA SANTOS (IFTO)

DR. LUIZ ALEXANDRE VALADÃO DE SOUZA (SME-RJ)

PÓS-DRA. MICHELE APARECIDA CERQUEIRA RODRIGUES (UFLO)

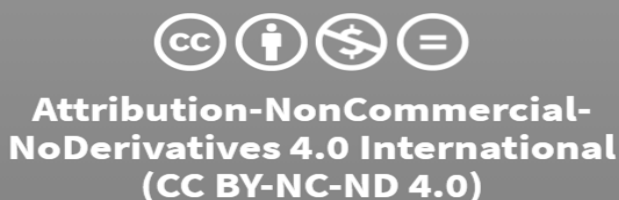
LICENSE PUBLICATION DETAILS

Copyright © 2022
Editora Science

Copyright Notice

All content in this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license which permits copying, distribution, and adaptation of the work, provided the original work is properly cited and any changes from the original work are properly indicated. Any altered, transformed, or adapted form of the work may only be distributed under the same or similar license to this one.

© 2022 by Carliane Rebeca Coelho da Silva is licensed under Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International 



HOW CITE THIS BOOK:

NLM Citation

Costa LAM, Santos ILVL, Silva CRC, editor. *Anatomia Humana e Comparada*. 1st ed. Campina Grande (PB): Editora Science; 2022.

APA Citation

Costa, L.A.M.; Santos, I. L. V. L. & Silva, C. R. C. (Eds.). (2022). *Anatomia Humana e Comparada* (1st ed.). Editora Science.

ABNT Brazilian Citation NBR 6023:2018

COSTA, L. A. M.; ANDRADE, F. M.; SILVA, C. R. C. **Anatomia Humana e Comparada**. 1. ed. Campina Grande: Editora Science, 2022.

WHERE ACCESS THIS BOOK:

www.editorascience.com.br/livros/

<https://sites.google.com/view/editorascience/E-Books>

Sumário

CAPÍTULO 1 **1**

PRINCÍPIOS DE ANATOMIA ORBITÁRIA PARA O CIRURGIÃO BUCOMAXILOFACIAL **1**

PRINCIPLES OF ORBITAL ANATOMY FOR THE ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGEON **1**

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.01> **1**

Luana Soares Vasconcelos 1

Thompson Sousa Freire 1

Valéria Campagnolo 1

Antônio Pires da Silva-Neto 1

Laura Maria dos Santos Reis Rocha de Castro 1

Roberto Bernardino-Júnior 1

Lia Dietrich 2

Luiz Renato Paranhos 2

Lívia Bonjardim Lima 2

Marcelo Dias Moreira de Assis Costa 2

CAPÍTULO 2 **19**

ANATOMIA EM REALIDADE VIRTUAL: BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO COMPLEMENTAR DE TECNOLOGIAS DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA DIRECIONADAS À APRENDIZAGEM DA ANATOMIA HUMANA **19**

ANATOMY IN VIRTUAL REALITY: BENEFITS OF COMPLEMENTARY USE OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES DIRECTED FOR LEARNING HUMAN ANATOMY **19**

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.02> **19**

José Mateus Ismael Lima 19

Arícia Vitória Soares Monteiro 19

Janiele de Azevedo Silva 19

Nadly Melo de Lima 20

Karis Barbosa Guimarães Medeiros 20

Igor Luiz Vieira de Lima Santos 20

CAPÍTULO 3 **39**

ANATOMIA DA RETINA **39**

RETINA'S ANATOMY **39**

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.03> **39**

Silvio Tibo Cardoso Filho 39

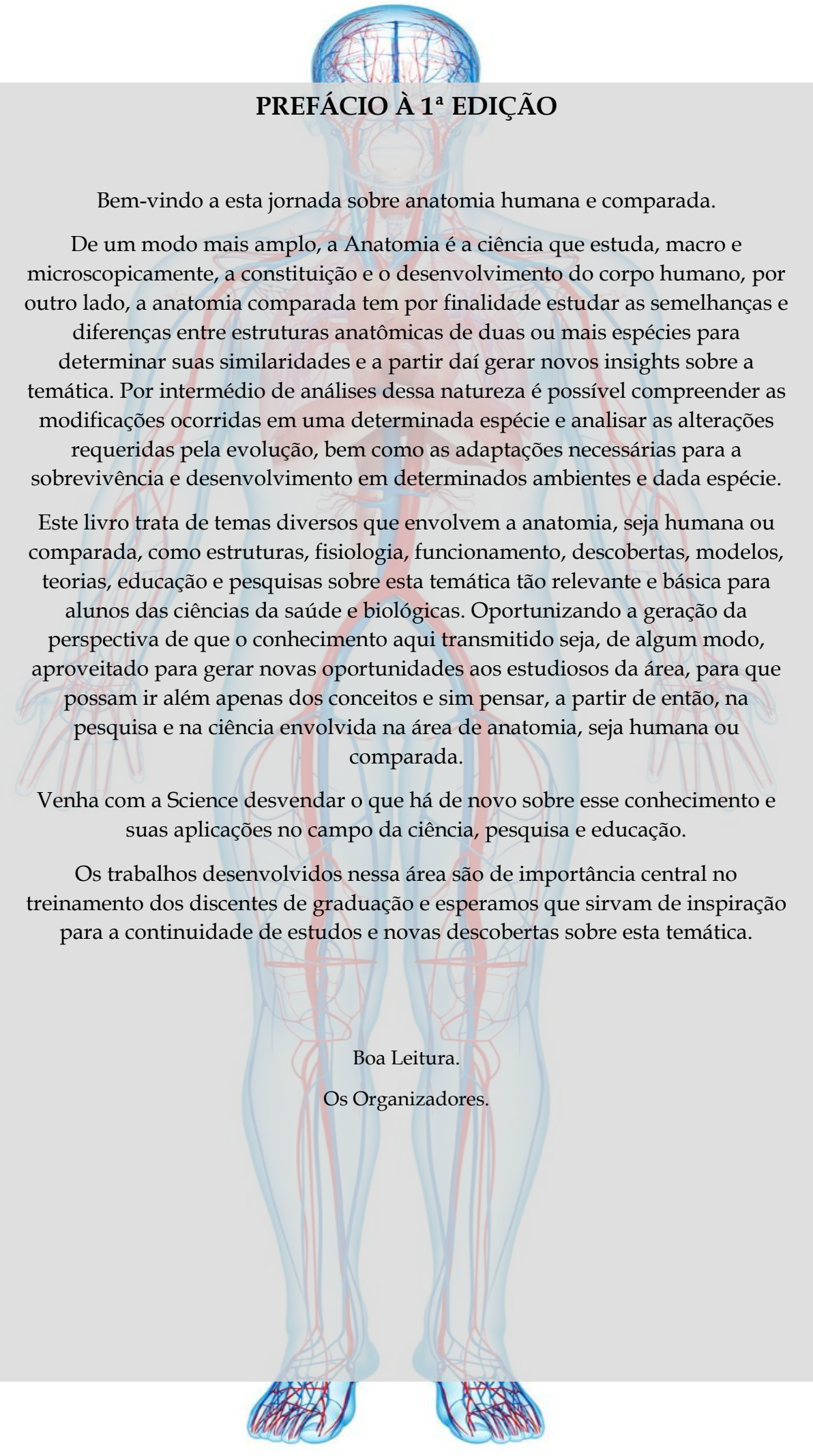
CAPÍTULO 4 **45**

ANATOMIA SANGUÍNEA E SUAS ESPECIFICIDADES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	45
BLOOD ANATOMY AND ITS SPECIFICITIES: AN INTEGRATIVE REVIEW	45
DOI: https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.04	45
Ana Beatriz Silva Costa	45
Fernando da Silva Lima	45
Maria Paloma Dantas Silva	45
Carliane Rebeca Coelho da Silva	45
Igor Luiz Vieira de Lima Santos	46

CAPÍTULO 5	63
-------------------	-----------

ANATOMIA FUNCIONAL DO SISTEMA RESPIRATÓRIO: FUNDAMENTOS MORFOFUNCIONAIS E IMPLICAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA	63
FUNCTIONAL ANATOMY OF THE RESPIRATORY SYSTEM: MORPHOFUNCTIONAL FUNDAMENTALS AND IMPLICATIONS FOR PHYSICAL THERAPY ASSESSMENT AND INTERVENTION	63
DOI: https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.05	63
Maria Eduarda Beckman Miranda	63
Luciene Pinho Cordeiro	63
Ellen Cristina Nery Cardoso	63
Marina de Farias Anacleto ⁴	63
Karla Priscila de Souza Lobato	63
Adriano Filipe Barreto Grangeiro	64
Ághata Camila Freitas de Souza	64
Paulo Andrey de Souza Rego	64
Murillo Marinho Costa	64
Alexandre dos Santos Rodrigues	64

SOBRE OS ORGANIZADORES DO LIVRO DADOS CNPQ:	78
--	-----------



PREFÁCIO À 1ª EDIÇÃO

Bem-vindo a esta jornada sobre anatomia humana e comparada.

De um modo mais amplo, a Anatomia é a ciência que estuda, macro e microscopicamente, a constituição e o desenvolvimento do corpo humano, por outro lado, a anatomia comparada tem por finalidade estudar as semelhanças e diferenças entre estruturas anatômicas de duas ou mais espécies para determinar suas similaridades e a partir daí gerar novos insights sobre a temática. Por intermédio de análises dessa natureza é possível compreender as modificações ocorridas em uma determinada espécie e analisar as alterações requeridas pela evolução, bem como as adaptações necessárias para a sobrevivência e desenvolvimento em determinados ambientes e dada espécie.

Este livro trata de temas diversos que envolvem a anatomia, seja humana ou comparada, como estruturas, fisiologia, funcionamento, descobertas, modelos, teorias, educação e pesquisas sobre esta temática tão relevante e básica para alunos das ciências da saúde e biológicas. Oportunizando a geração da perspectiva de que o conhecimento aqui transmitido seja, de algum modo, aproveitado para gerar novas oportunidades aos estudiosos da área, para que possam ir além apenas dos conceitos e sim pensar, a partir de então, na pesquisa e na ciência envolvida na área de anatomia, seja humana ou comparada.

Venha com a Science desvendar o que há de novo sobre esse conhecimento e suas aplicações no campo da ciência, pesquisa e educação.

Os trabalhos desenvolvidos nessa área são de importância central no treinamento dos discentes de graduação e esperamos que sirvam de inspiração para a continuidade de estudos e novas descobertas sobre esta temática.

Boa Leitura.

Os Organizadores.

CAPÍTULO 1

PRINCÍPIOS DE ANATOMIA ORBITÁRIA PARA O CIRURGIÃO BUCOMAXILOFACIAL

PRINCIPLES OF ORBITAL ANATOMY FOR THE ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGEON

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.01>

Submetido em: 14/06/2022

Revisado em: 23/09/2022

Publicado em: 27/09/2022

Luana Soares Vasconcelos

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0002-0622-0421>

Thompson Sousa Freire

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0001-9515-1546>

Valéria Campagnolo

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0003-1894-5857>

Antônio Pires da Silva-Neto

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0001-6082-8748>

Laura Maria dos Santos Reis Rocha de Castro

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0003-4786-2516>

Roberto Bernardino-Júnior

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0001-9250-5214>**Lia Dietrich**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

<https://orcid.org/0000-0001-7887-8591>**Luiz Renato Paranhos**

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0002-7599-0120>**Lívia Bonjardim Lima**

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0002-9924-4077>**Marcelo Dias Moreira de Assis Costa**

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0001-9148-3674>**Resumo**

A órbita é uma estrutura de interesse para diferentes especialidades na área da saúde. As abordagens cirúrgicas da órbita apresentam alguns pontos importantes para o cirurgião bucomaxilofacial e, aqueles que realizam cirurgias de fraturas orbitárias devem ter conhecimento anatômico profundo desta estrutura. Embora muitas das publicações existentes sobre anatomia orbital mostrem em detalhes a complexidade dessa estrutura, nem sempre elas estão correlacionadas às necessidades do cirurgião bucomaxilofacial. Desta forma, este capítulo descreve reparos anatômicos da órbita e analisa as inter-relações anatômicas cirúrgicas em relação aos procedimentos cirúrgicos maxilofaciais, focando principalmente na arquitetura esquelética e dos tecidos moles. Para isso, realizou-se uma revisão da literatura internacional sobre o tema. Para ilustração, foram utilizadas fotografias de peças anatômicas. O entendimento da anatomia da órbita é vital para classificar as lesões e fornece uma base sólida na escolha da abordagem mais adequada para o seu tratamento.

Palavras-Chave: Órbita; Anatomia; Anatomia Regional; Fraturas Orbitárias; Cirurgia Maxilofacial.

Abstract

The orbit is a structure of interest for different specialties in the health area. Surgical approaches to the orbit present some important points for the oral and maxillofacial surgeon, and those who perform orbital fracture surgeries must have a deep anatomical knowledge of this structure. Although many of the existing publications on orbital anatomy show in detail the complexity of this structure, they are not always correlated with the needs of the oral and maxillofacial surgeon. Thus, this chapter describes anatomical repairs of the orbit and analyzes the surgical anatomical interrelationships in relation to maxillofacial surgical procedures, focusing primarily on skeletal and soft tissue architecture. For this, a review of the international literature on the subject was carried out. For illustration, photographs of anatomical parts were used. Understanding orbital anatomy is vital for classifying lesions and provides a solid basis for choosing the most appropriate approach to their treatment.

Keywords: Orbit; Anatomy; Anatomy, Regional; Orbital Fractures; Maxillofacial Surgery.

Introdução

A órbita e suas estruturas associadas estão envolvidas em aproximadamente 40% das injúrias faciais e o tratamento de fraturas da órbita é um desafio até para cirurgiões experientes, principalmente devido ao envolvimento estético, grande quantidade de estruturas nobres envolvidas, fragilidade de boa parte do osso adjacente, risco de complicações e o manejo de tais intercorrências. Em contrapartida, o conhecimento da anatomia da órbita e seus anexos são fundamentais para que o cirurgião tenha capacidade de diagnosticar e executar as técnicas cirúrgicas adequadas para tratar as injúrias orbitárias (KO *et al.*, 2013).

As fraturas que englobam a órbita, causam repercussões nas estruturas adjacentes. As injúrias causadas são os sinais e sintomas que o paciente apresenta. A gravidade e extensão das lesões são variáveis, oscilam de um edema periorbitário à amaurose. O conhecimento dessas repercussões clínicas é fundamental para o correto manejo do paciente e em consequência evitar o agravamento das lesões (MILORO *et al.*, 2016).

A fratura orbitária decorrente do trauma pode envolver outras regiões da face, já que há uma amplitude de etiologias associadas. A agressão física, acidente motociclístico, automobilístico, desportivo e quedas estão entre as principais causas de tal trauma e, dentro deste, do trauma orbital. Isto posto, em se tratando da cavidade orbitária, as paredes mais acometidas são o assoalho e parede medial, sendo o teto em menor número. Dentre as complicações provenientes da abordagem cirúrgica, há o encurtamento vertical da pálpebra inferior, ectrópio, entrópio, distúrbio do nervo infraorbital, diplopia binocular, enoftalmia, hemorragia retrobulbar e amaurose (ROH; JUNG; CHI, 2014). O objetivo deste artigo foi realizar uma revisão da literatura sobre a anatomia da órbita do ponto de vista cirúrgico.

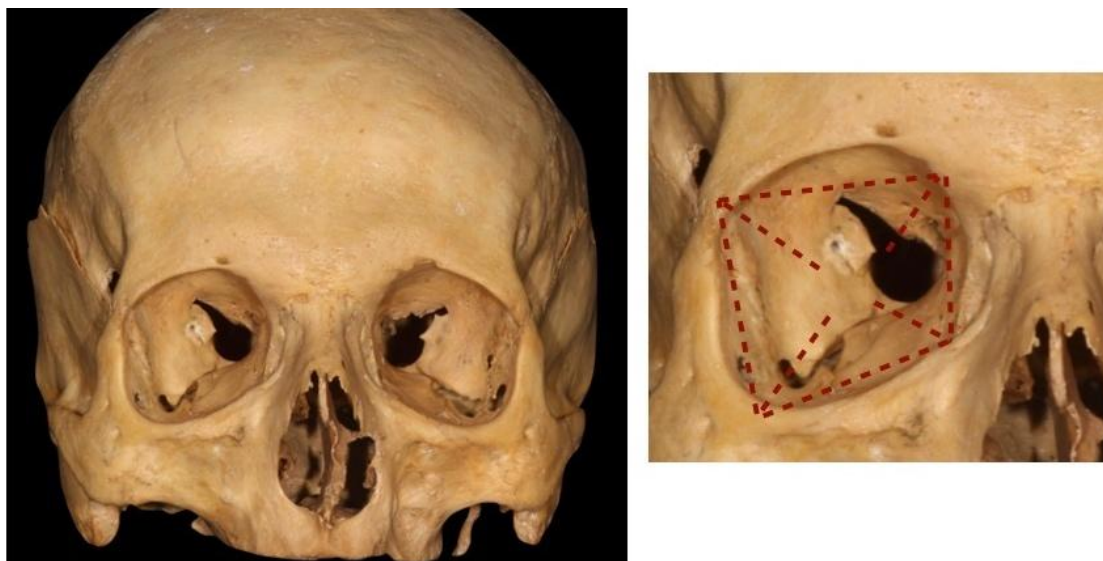
Desenvolvimento

- **Anatomia aplicada a cirurgia**

A órbita possui formato piramidal com base quadrangular, sendo esta voltada para anterior, com suas paredes convergindo em direção ao ápice orbitário. Contém o bulbo ocular ou olho, a qual o protege e abriga. Divide o esqueleto facial superior da face média e, apesar de ser descrita possuindo formato piramidal, suas paredes não são angulares e

possuem formatos irregulares com fissuras e forames, além das irregularidades onde músculos, ligamentos e cápsulas se fixam. (Figura 01) (CORNELIUS *et al.*, 2021).

Figura 01: Aspecto geral da órbita (esquerda) e formato piramidal (direita).



Fonte: Próprios autores.

A órbita é formada por sete ossos (frontal, zigomático, maxila, esfenóide, etmóide, lacrimal e palatino). O teto da órbita é formado pelo corpo do esfenóide e osso frontal. Em sua porção látero superior possui uma fossa que abriga a glândula lacrimal. A parede superior da órbita separa ainda a cavidade orbitária da fossa craniana média e seio frontal. No terço médio da borda supraorbital podemos visualizar a incisura ou forame supraorbital que veicula o nervo supraorbital, ramo do nervo oftálmico do trigêmeo (V par de nervo craniano). No teto da órbita podemos observar ainda a tróclea que serve de inserção para o tendão do músculo oblíquo superior. O ligamento de Whitnall também se estende da tróclea até a parede orbital lateral, se inserindo na aponeurose do músculo elevador da pálpebra superior, músculo reto superior, conjuntiva e cápsula de Tenon (TURVEY; GOLDEN, 2012; CORNELIUS *et al.*, 2021).

A parede lateral é formada apicalmente pela asa maior do esfenóide, osso zigomático e frontal. Essa parede é menos projetada, o que oferece maior visão lateral. O tendão cantal lateral se insere no tubérculo de Whitnall juntamente com outras estruturas suspensoras do globo (corno lateral da aponeurose do músculo levantador da pálpebra superior, ligamentos finos do músculo reto lateral e ligamento suspensor inferior ou de lockwood) para formar o retináculo lateral. Se inserem 1cm abaixo da sutura frontozigomática, 3 a 4mm atrás da margem orbitária. Ao longo da parede lateral

encontra-se a sutura esfenozigomática, importante ponto de referência para reduções de fraturas do osso zigomático (Figura 02). Na porção anterior inferior observa-se um ou mais forames chamados de zigomático-orbital, que veicula o nervo de mesmo nome, o qual irá emergir para fora do esqueleto facial como nervos zigomático facial e zigomático temporal. As aberturas e cursos intraósseos desses forames seguem vários padrões, podendo haver uma série de canais independentes, bem como sistema de canais interligados com divisão do tipo “Y” ou com conexões independentes adicionais. Imediatamente anterior a fissura orbital superior encontra-se, em 55% dos indivíduos, o forame cranio-orbital ou órbito meníngeo, no qual veicula a artéria meníngea média, que faz anastomose com a artéria lacrimal (TURVEY; GOLDEN, 2012; MILORO *et al.*, 2016; CORNELIUS *et al.*, 2021).

Figura 02: Suturas fronto zigomática e esfenozigomática.



Fonte: Próprios autores.

A parede medial é formada, de anterior para posterior, pelo processo frontal da maxila, osso lacrimal, lâmina perpendicular do osso etmóide e asa menor do esfenóide, respectivamente. Na porção ínfero medial dessa parede tem-se o sulco nasolacrimal que abriga o ducto nasolacrimal. Anteriormente encontram-se, no processo frontal da maxila, as cristas lacrimais anteriores, que são mais proeminentes e servem de inserção para a

porção superficial do tendão cantal medial. E posteriormente ao canal nasolacrimal temos a crista lacrimal posterior, menos proeminente, no osso lacrimal, servindo de inserção para a porção ou polia profunda do tendão cantal medial e orbicular do olho. O tendão cantal medial abraça o saco lacrimal, protegendo-o e contendo-o. Na parede medial, ao longo da sutura fronto etmoidal encontram-se os forames etmoidais anterior e posterior, veiculando as artérias etmoidais anterior e posterior, respectivamente. Muita atenção deve ser tomada quando se realizam abordagens próximas a essa região, devido proximidade do forame etmoidal posterior e canal óptico, além de que sangramentos importantes e hematomas periorbitários e retrobulbar podem ocorrer caso haja lesão das artérias que transitam nesta região (TURVEY; GOLDEN, 2012; MILORO *et al.*, 2016).

O piso ou assoalho da órbita é formado pelo processo orbital do osso palatino, partes do esfenóide, processo orbital da maxila e osso zigomático. Entre as quatro paredes existentes na órbita se torna a mais curta em virtude da presença da fissura orbital inferior. A fissura orbital inferior está a cerca de 1cm da margem ínfero lateral da órbita, sendo este um ponto chave durante a exploração cirúrgica. A meia distância da fissura surge o sulco infraorbitário que logo se transforma em canal infraorbitário, que veicula nervo infraorbitário e zigomático ascendente (ramos do nervo maxilar do trigêmeo), artéria infraorbitária (ramo terminal da artéria maxilar interna) e veia infraorbitária (que drena para o plexo pterigóideo). Essas estruturas correm pelo canal até saírem pelo forame infraorbital, localizado de 5 a 10mm da margem infraorbital. O soalho possui 3 contrafortes de suporte ósseo que são: sustentação óssea ao longo do canal infraorbitário, zona de suporte orbital inferomedial e o reforço ao longo da margem medial da fissura orbital inferior lateralmente (TURVEY; GOLDEN, 2012; CORNELIUS *et al.*, 2021).

Suas paredes apresentam forames e fissuras nos quais veiculam nervos e vasos sanguíneos, além de servirem como pontos de inserções para a musculatura extraocular. As margens e o ápice orbitários possuem paredes mais espessas, com objetivo de proteger o olho, nervo óptico e cérebro de impactos, em contrapartida as paredes orbitárias são delgadas (parede medial 0,4mm), ficando mais susceptíveis a fraturas (Quadro 01). Apesar da parede medial ser a mais fina, não é a mais frágil, isso porque possui septos perpendiculares do seio etmoidal, dando-lhe uma estrutura arquitetônica mais resistente que o soalho orbitário, que vem a ser a parede mais frágil (TURVEY; GOLDEN, 2012; MCALLISTER, 2013; MILORO *et al.*, 2016; HAMMER, 2005)

Quadro 01: Características das paredes orbitárias.

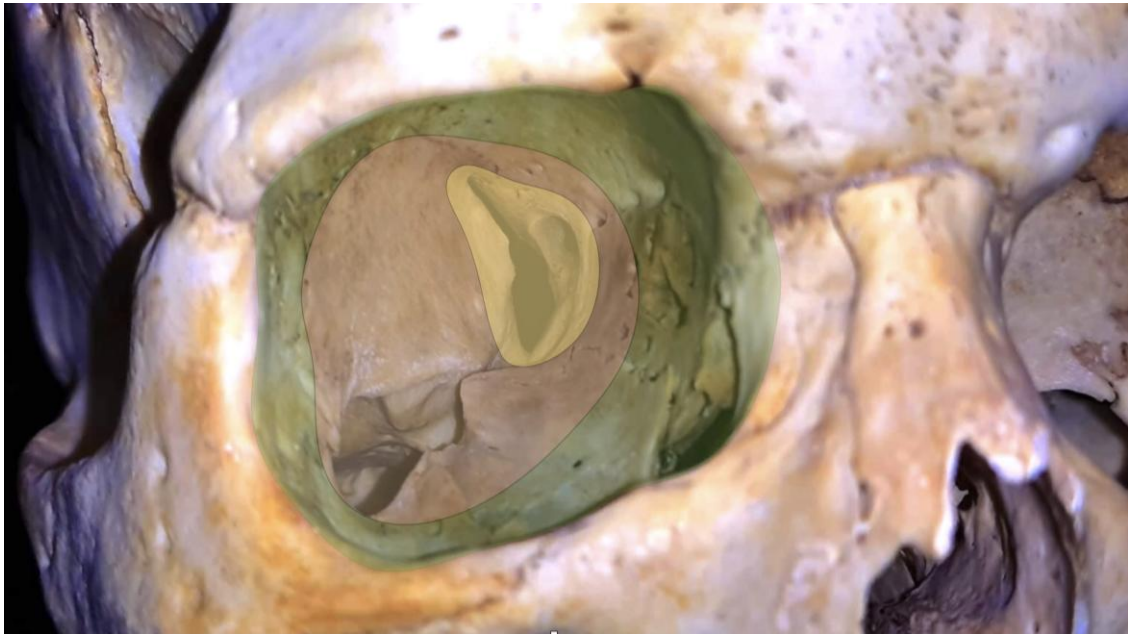
Localização	Ossos que Formam	Espessura	Estruturas Importantes
Teto da Órbita	Frontal e asa menor do esfenóide	< 1 mm	Glândula lacrimal, tróclea, vasos e nervo supraorbitais
Soalho Orbital	Maxila, zigomático e processo palatino	0,5 a 1 mm	Fissura orbital inferior, vasos e nervo infraorbitais
Parede Lateral da Órbita	Asa maior do esfenóide e zigomático	> 1 MM	Tubérculo de Whitnall e retináculo lateral, nervos zigomático-orbitários e forame crânio-orbital
Parede Medial da Órbita	Processo frontal da maxila, osso lacrimal, lâmina perpendicular do etmóide e esfenóide	0,2 a 0,4 mm	Artéria etmoidal anterior e posterior, ramos etmoidais do nervo nasociliar, nervo esenoetmoidal, saco lacrimal e tendão cantal medial.

Fonte: Próprios autores, baseado em MILORO *et al.*, 2016.

A órbita possui em média 35 mm de altura, 40 mm de largura e 45 mm de comprimento ântero-posterior e volume aproximado de 30 mL. Mudanças no posicionamento de suas paredes podem gerar alterações significativas no volume orbitário. O globo possui aproximadamente 7 mL sendo 1/4 a 1/5 do volume orbitário (TURVEY; GOLDEN, 2012; MCALLISTER, 2013; MILORO *et al.*, 2016; CORNELIUS *et al.*, 2021). A órbita pode ser dividida em três terços (anterior, médio e posterior), sendo delimitado pela fissura orbital inferior, sendo a órbita média entre a alça anterior e haste maxilar, órbita anterior a frente da fissura orbital inferior e a órbita posterior atrás (Figura 03) (CORNELIUS *et al.*, 2021).

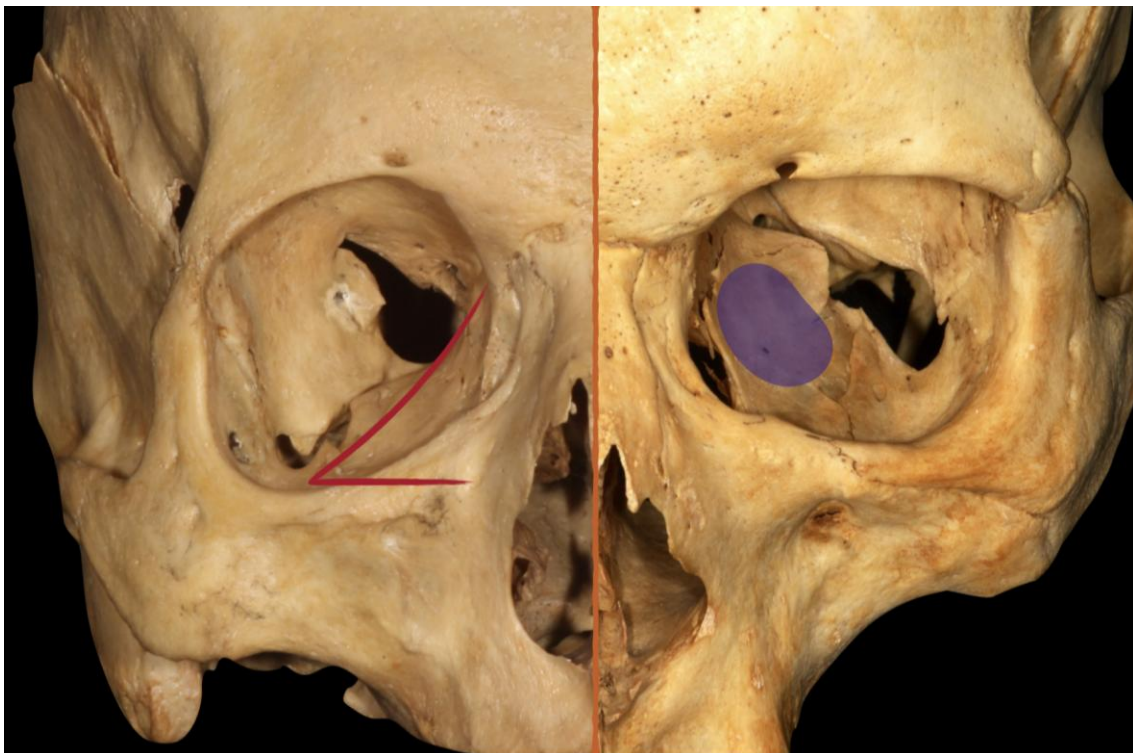
A inclinação da parte medial do rebordo inferior é paralela ao ângulo do assoalho da órbita. Esse ângulo, chamado de ângulo orbital, possui angulação de 45° levando em consideração a superfície intacta da parte medial do soalho orbitário e o plano horizontal. Considerável importância deve ser dada a área chave, área localizada na região pósteromedial do soalho orbitário, onde existe uma protuberância medial posterior. Essa área pode servir como importante marco de suporte na reconstrução orbital inferior (Figura 04) (CORNELIUS *et al.*, 2021).

Figura 03: Terços da órbita: Anterior (verde), médio (bege) e posterior (amarelo).



Fonte: Próprios autores.

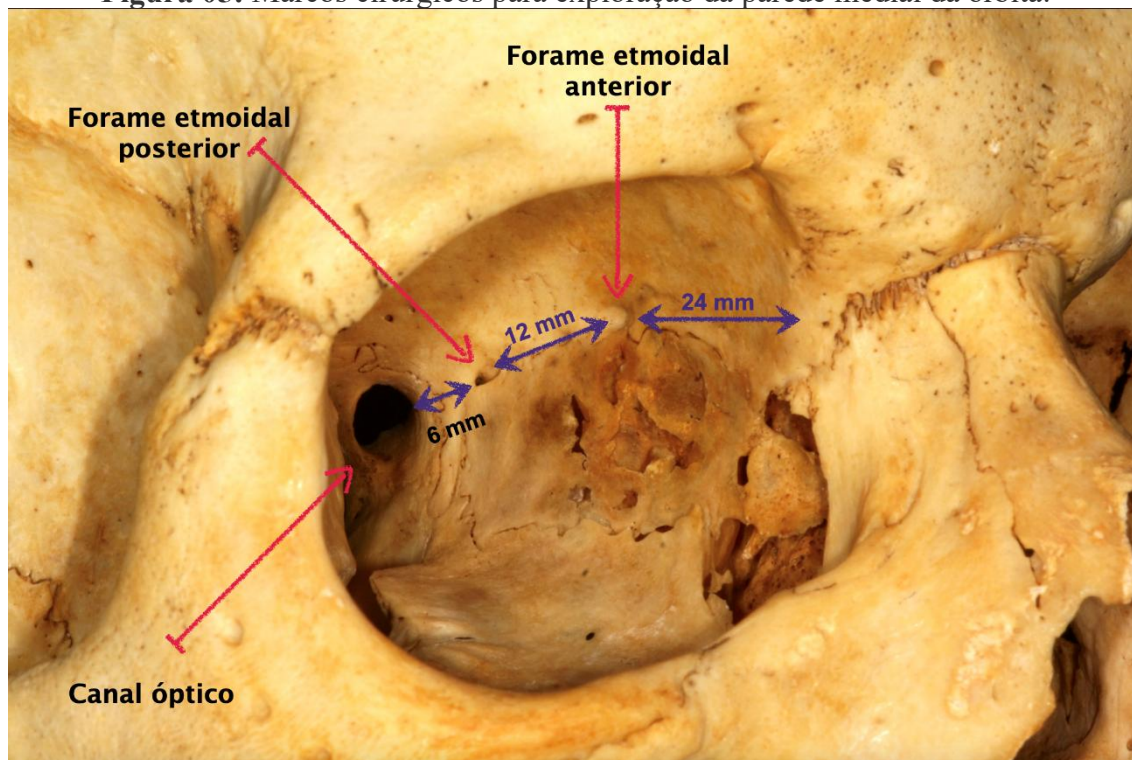
Figura 04: Inclinação entre parede medial e soalho de órbita (esquerda) e área chave (direita).



Fonte: Próprios autores.

A cavidade orbitária se comunica com a fossa craniana anterior através do canal óptico e fissura orbital superior e com a fossa pterigopalatina através da fissura orbital inferior. Essas regiões são importantes pontos de passagem de estruturas anatômicas nobres, que se comprimidas podem ter repercussões importantes. No ápice orbitário podemos observar o anel de zinn onde se forma a origem de cinco dos seis músculos extraoculares, com exceção do oblíquo inferior, a partir da periórbita que se torna tendinosa nessa região, servindo de inserção para musculatura, delimitando os espaços extra e intraconal (TURVEY; GOLDEN, 2012; MCALLISTER, 2013).

No ápice orbitário localizamos o canal óptico, com 5mm de diâmetro, que veicula o nervo óptico (segundo par de nervo craniano), a artéria oftálmica e os nervos simpáticos pós-ganglionares que se originam do plexo carotídeo. O canal em si possui menos de 1 cm de comprimento, se localiza na superfície súpero-medial do ápice orbitário e segue no sentido súpero-medial em direção à fossa craniana. A fissura orbital superior onde emergem os nervos troclear, oculomotor, abducente e ramos do nervo oftálmico do trigêmeo, além do ramo superior da veia oftálmica, e a fissura orbital inferior que veicula ramos do nervo maxilar do trigêmeo, ramos da artéria oftálmica e veia oftálmica inferior também se localiza na porção súpero lateral do ápice orbitário. Na fissura orbital superior algumas estruturas acabam sendo separadas pelo anel de zinn na qual o nervo troclear, ramos frontal e lacrimal ficam no espaço extraconal, já os ramos do nervo oculomotor, abducente e ramo nasociliar ficam contidos no espaço intraconal passando dentro do anel de zinn. A fissura orbital inferior, diferentemente da fissura orbital superior que é densamente composta por vasos e nervos, possui estruturas como fibras musculares lisas (Muller), veia infraorbital, veia oftálmica inferior, nervo infraorbital e nervo zigomático ascendente (que se comunica com o gânglio ciliar, para enviar fibras pós-ganglionares parassimpáticas secretomotoras para glândula lacrimal). Existe uma mnemônica segundo Rontal e colaboradores para lembrar a distância entre a crista lacrimal anterior e canal óptico ao longo da parede medial, sendo conhecido como regra das metades, em 24mm, 12mm e 6mm (crista lacrimal anterior ao forame etmoidal anterior, forame etmoidal anterior ao posterior, e do posterior ao canal óptico) (Figura 05) (MCALLISTER, 2013; CORNELIUS *et al.*, 2021; ENGIN *et al.*, 2021).

Figura 05: Marcos cirúrgicos para exploração da parede medial da órbita.

Fonte: Próprios autores.

O perióstio da órbita possui inserção muito frouxa ao longo das paredes orbitárias, com exceção da região do ápice orbitário que é contínua com a camada endosteal da dura máter, e as estruturas que caminham pelo ápice orbitário são banhadas pelo líquido cefalorraquidiano. O perióstio da órbita na região anterior continua como septo orbitário separando a gordura periorbitária do músculo orbicular do olho, deixando-a contida no espaço intraconal. O septo orbitário se insere na margem da placa tarsal para se direcionar a borda orbital. É mais espesso na porção lateral que na medial. Na região superior o perióstio é perfurado pelo músculo elevador da pálpebra superior. Além disso, fecha a fissura orbital superior, sendo perfurado por vários vasos e nervos (TURVEY; GOLDEN, 2012; ENGIN *et al.*, 2021).

- **Anatomia cirúrgica: estruturas a serem preservadas e reconstruídas, pontos chave para reconstrução, cuidados especiais durante os acessos cirúrgicos:**

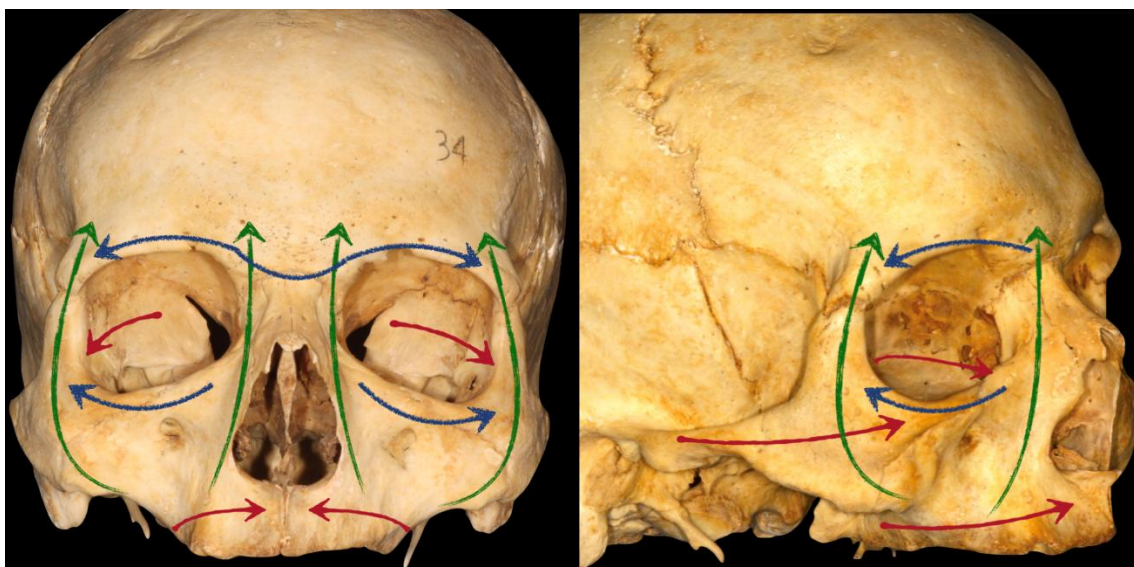
A determinação da necessidade de abordagem cirúrgica da órbita pode ser definida por necessidades de reparos estéticos e funcionais como alteração na motilidade normal do globo ocular, presença de alteração no volume orbitário, diplopia ou alterações estéticas na borda orbital (MILORO *et al.*, 2016; HAMMER, 2005; DØVING *et al.*,

2022). Os casos que não possuem essas especificações usualmente são tratados de maneira conservadora (DØVING *et al.*, 2022).

Determinados tipos de fraturas orbitárias exigem um reparo imediato, como é o caso das fraturas em *trap door*, mais comum em pacientes pediátricos devido elasticidade do osso, onde ocorre o aprisionamento da musculatura extraocular, podendo ocasionar reflexo oculocardiaco, principalmente relacionado ao encarceramento do músculo reto inferior, gerando bradicardia pronunciada, vômitos, síncope e até assistolia. O reparo mediato, em até duas semanas, é defendido na literatura nos casos em que não há necessidade de abordagem imediata, permitindo que o edema regrida, porém o risco dos tecidos orbitais desenvolverem diplopia crônica por consequência de fibrose é aumentado (BOYETTE *et al.*, 2015).

Determinados elementos anatômicos devem ser levados em consideração durante a cirurgia para a reconstrução o mais precisa possível da órbita. Essas referências anatômicas devem ser localizadas ou fixadas em alguns casos. Desse modo é possível determinar qual acesso cirúrgico será necessário (MILORO *et al.*, 2016; HAMMER, 2005). Na região fixa da face, temos pilares e arcos de união que representam nossas zonas de resistência. A sequência de reconstrução para restabelecer os pilares e dimensões da face média começa com o estabelecimento das estruturas de referência mais confiáveis (Figura 06) (CORNELIUS *et al.*, 2021).

Figura 06: Pilares (verdes) e Arcos (azuis e vermelhos) de resistência.



Fonte: Próprios autores.

Uma série de incisões podem ser usadas para acessar as áreas de interesse na órbita, como: acesso subciliar, subtarsal, infra-orbital e transconjuntival para o acesso da região inferior e lateral da órbita. Já a abordagem da porção superior do rebordo orbital e paredes mediais da órbita pode ser obtida através do acesso superciliar supra-orbital, incisão de blefaroplastia, transconjuntival para órbita medial, incisão de Lynch e acesso coronal (MILORO *et al.*, 2016; HAMMER, 2005; BOYETTE *et al.*, 2015).

A parede póstero-medial, área frequentemente afetada nos traumas orbitais devido sua estrutura friável, é chamada de área-chave pois juntamente com a parede póstero-lateral são responsáveis pelo principal suporte anterior do globo ocular, dessa forma, torna-se mais complicado reparo de fraturas que envolvem essa região da órbita. Caso essa região da órbita esteja envolvida, deve-se iniciar o reparo por ela com fixação rígida (HAMMER, 2005). Alguns cuidados devem ser tomados ao realizar a fixação rígida dessa região como posicionamento muito superior, o que pode causar problemas de motilidade do globo ocular e hiperglobo. Caso o posicionamento do dispositivo de reconstrução esteja posicionado muito profundamente há risco de lesão do nervo óptico, podendo ocasionar amaurose (BOYETTE *et al.*, 2015).

Os ligamentos cantais laterais e mediais podem necessitar de reinserção. O procedimento é realizado utilizando fio de sutura 2.0 passando através dos tecidos profundos do ângulo lateral/medial da pálpebra e em seguida, fixando no aspecto interno do rebordo orbitário lateral/medial através de perfurações previamente realizadas. A fixação dos ligamentos cantais deve ser realizada por sobre correção devido a recidiva do procedimento (HAMMER, 2005). As complicações pós-operatórias mais comuns são ectrópio, diplopia e exoftalmia (BOYETTE *et al.*, 2015).

- **Etiofisiopatologia do trauma orbitário:**

As fraturas orbitárias, quando isoladas, têm sido associadas em sua maior parte à violência física e, quando bilateralmente, acidentes de trânsito, desportivo, dentre outros (HSU *et al.*, 2021). Em suma, quando no envolvimento orbitário bilateral, alguns outros ossos da face podem estar acometidos, sendo o complexo zigomático, nasal e frontal em maior número, resultante de traumas mais complexos (ROH; JUNG; CHI, 2014; DEICHMÜLLER; WELKOBORSKY, 2018). De acordo com levantamento feito por Amin *et al.*, 2020, os traumas no olho esquerdo têm se mostrado superiores aos do lado

direito, em concordância com a maior parte da população ser destra e por traumas orbitários unilaterais terem como principal etiologia a agressão.

Em estudo feito por Roh, Jung, Chi, 2014, de 147 pacientes que evoluíram com fratura de órbita, 43,5% foram vítimas de acidente de trânsito, 25,2% de queda e 21,8% agressão física. De acordo com Chiang *et al.*, 2016, o mecanismo da fratura demonstrou resultados diferentes quando levado em consideração o sexo, tendo os homens a agressão como principal etiologia (47.7%), seguido de queda (18,5%) e acidentes desportivos (18,2%), enquanto nas mulheres, a principal causa das fraturas envolvendo o arcabouço orbitário é a queda da própria altura (45,8%), estando na sequência a colisão automobilística (20,5%) e agressão física (17%). Quando considerada a idade, pacientes com >50 anos apresentaram como principal etiologia para fraturas orbitárias as quedas, enquanto a faixa etária <50 anos, dispunha da agressão (CHIANG *et al.*, 2016).

- **Classificação das fraturas:**

As fraturas orbitárias isoladas têm um papel importante no trauma de face em virtude das possíveis repercussões estéticas e funcionais. Entender o padrão da fratura bem como a localização anatômica é imprescindível para instituir uma adequada terapêutica (CHUNG *et al.*, 2016).

Isto posto, as fraturas orbitárias podem ser classificadas em simples – quando no envolvimento de uma única parede e complexas, envolvendo duas ou mais paredes (AMIN *et al.*, 2020). De acordo com estudo feito por Amin et al., 2020, o assoalho orbital foi a região prioritariamente acometida, seguida da parede medial, lateral e teto de órbita, respectivamente. Tal sequência é explicada devido a região de assoalho e parede medial serem menos espessas, predispondo à maior vulnerabilidade à fratura quando no impacto na periórbita. Em contrapartida, Valencia *et al.*, 2020, classifica as fraturas orbitárias como puras, quando envolve apenas as paredes internas da órbita e impuras, quando o rebordo orbitário também está envolvido. As puras ainda podem ser divididas em blow out e blow in, sendo na primeira o fragmento ósseo deslocado para fora do globo ocular e a última na sua introdução para o interior da órbita (VALENCIA *et al.*, 2020).

- **Sinais Clínicos e Repercussões oftalmológicas das fraturas orbitárias:**

A anamnese completa do paciente é o passo inicial para o diagnóstico correto e direcionamento do tratamento. Durante o exame físico de um indivíduo traumatizado é

possível formular hipóteses da gravidade do trauma e de possíveis fraturas. Conseguir reunir os sinais clínicos e os sintomas relatados pelo paciente, com o trauma ocorrido e chegar ao diagnóstico é fundamental para o correto tratamento em tempo hábil (MILORO *et al.*, 2016).

Síndrome da Fissura Orbital Superior

Clinicamente se manifesta com acometimento dos pares cranianos: oculomotor (III), troclear (IV), trigêmeo (V) e abducente (VI), sendo assim o paciente apresenta ptose palpebral, pupila fixa, dor retrobulbar, oftalmoplegia, parestesia e proptose ocular. Quando a síndrome está relacionada ao trauma, as principais causas são o hematoma retrobulbar e fratura blow in com fragmento ósseo comprimindo a região da fissura orbital superior (normalmente asa maior do esfenóide). O seu tratamento pode se dar com acompanhamento do paciente e aguardar regressão dos sintomas, tratamento cirúrgico para reposicionamento ósseo e/ou drenagem do hematoma (BALAKRISHNAN; EBENEZER, 2019).

Síndrome do ápice orbital

A síndrome do ápice orbital é a síndrome da fissura orbital superior com envolvimento do nervo óptico, nesse caso o paciente pode apresentar perda total ou parcial da visão. O tratamento é similar ao da Síndrome da Fissura Orbital Superior, esteróides associado a tratamento cirúrgico ou não. No caso de perda progressiva da visão e identificação de hematoma retrobulbar em tomografia computadorizada, a drenagem de urgência está indicada (PASOL *et al.*, 2015).

Tabela 02: Complicações clínicas decorrentes das fraturas e lesões na região orbitária.

Sinal Clínico	Definição
Exoftalmia	Projeção do globo ocular, devido a diminuição do volume orbitário, hematoma retrobulbar ou edema do globo ocular.
Enoftalmia	Retroposicionamento do globo ocular devido a aumento do volume orbitário.
Equimose	É o extravasamento de sangue para os tecidos adjacentes, ocasionando um escurecimento da pele. Nos traumas orbitários a equimose periorbital é muito comum.
Hematoma	Acúmulo de sangue fora dos vasos.

Oftalmoplegia	É a restrição dos movimentos dos músculos externos do globo ocular. Ocorre quando há acometimento nos III, IV e VI pares cranianos.
Hiposfagma	Hemorragia que ocorre na conjuntiva do olho, decorrente da ruptura de vasos. Nota-se a conjuntiva avermelhada.
Quemose	Edema conjuntival decorrente de acúmulo de líquido na conjuntiva.
Distopia ocular	Ocorre quando um dos globos oculares assume uma posição diferente da posição habitual. Gerando assim, um desnível entre os globos oculares.
Telecanto traumático	Clinicamente observa-se aumento da distância intercantal, devido a descolamento dos ossos que ancoram os ligamentos cantais. Em situações mais raras, pode ser causado pela ruptura dos ligamentos cantais.

Fonte: Próprios autores, baseado em MILORO *et al.*, 2016.

- **Complicações do tratamento cirúrgico:**

Apesar do manejo dessas fraturas ser descrito na literatura de forma abrangente, a condução pode variar desde o tratamento conservador ao tratamento cirúrgico imediato. No entanto, a definição para o momento e as indicações do tratamento cirúrgico podem afetar diretamente no resultado. Ainda assim, alguns autores concordam que na ausência de indicações cirúrgicas urgentes, o reparo de fraturas orbitárias em até 2 semanas é o mais apropriado (YU *et al.*, 2016).

As fraturas orbitárias e as lesões concomitantes dos tecidos moles adjacentes podem resultar em complicações bem conhecidas como diplopia, enoftalmia, oftalmoplegia até a cegueira, sendo o tratamento cirúrgico apropriado necessário para correção (YU *et al.*, 2016; CHUNG *et al.*, 2015; KO *et al.*, 2013).

Diplopia

A diplopia persistente geralmente causa grandes prejuízos quando há um tratamento insatisfatório da fratura. O resultado da diplopia associada à fratura orbitária é significativamente influenciado pelo número de fraturas da parede orbitária, além do momento da intervenção cirúrgica. Recomenda-se a cirurgia corretiva para fraturas orbitárias com diplopia em 2 semanas (Yu *et al.*, 2016).

Enoftalmia

A substituição do conteúdo orbitário nos limites normais da cavidade orbitária, incluindo a restauração do volume e da forma orbital, interfere diretamente quanto ao posicionamento do globo ocular. Em razão à dificuldade e limitação de acesso, principalmente devido estruturas complexas da cavidade orbitária como o aparelho lacrimal, nervo óptico e artérias etmoidal anterior e posterior, pode haver um posicionamento indevido de estrutura óssea ou materiais restauradores, refletindo em uma projeção inapropriada do olho (CHUNG *et al.*, 2015).

Ectrópio

De maneira geral, o ectrópio com exposição exagerada da esclera ou não, pós abordagem de fraturas orbitais, varia de 2,7% a 7,7%. Apesar da baixa incidência dessa complicação, o manejo quanto ao acesso cirúrgico ideal deve ser levado em consideração. Ridway et al. 2009 realizou um estudo comparando os diferentes acessos cirúrgicos para abordagem de fraturas orbitais onde ectrópio foi notado em 14% dos pacientes onde foi realizado acesso subciliar, 3,8% em acessos subtarsais e 1,5% em acessos transconjuntivais (RIDGWAY *et al.*, 2009; MAHAJAN *et al.*, 2020).

Sinusite

O reparo não adequado, localização do material de osteossíntese ou redução insatisfatória, idealmente da parede medial da órbita, pode causar infecção em virtude da obstrução de orifícios dos seios paranasais. O muco produzido nos seios paranasais fica retido progredindo para um quadro de sinusite, podendo ainda evoluir para um abscesso periosteal suborbital ou celulite orbitária. Nesses casos, a exploração orbitária e a antrostomia se tornam necessárias para resolução do quadro (YUNHAI *et al.*, 2021).

Conclusão

O conhecimento teórico e a percepção tridimensional da anatomia da órbita são imprescindíveis para o correto diagnóstico das lesões decorrentes dos traumas, além de fornecer uma base sólida para definir e traçar a abordagem apropriada para a individualização e especificação de cada situação clínica.

Agradecimentos: *Ao Departamento de Anatomia Humana do Instituto de Ciência Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia por disponibilizar as peças anatômicas para fotografia.*

Referências Bibliográficas

- AMIN, D. et al. Review of Orbital Fractures in an Urban Level I Trauma Center. **Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction**, v. 13, n. 3, p. 174–179, set. 2020.
- BALAKRISHNAN; EBENEZER, V. Superior Orbital Fissure Syndrome: A Review of Literature. **Indian Journal of Public Health Research & Development**, v. 10, n. 12, p. 1061–1063, 1 dez. 2019.
- BOYETTE, J. R.; PEMBERTON, J. D.; BONILLA-VELEZ, J. Management of orbital fractures: challenges and solutions. **Clinical Ophthalmology** (Auckland, N.Z.), v. 9, p. 2127–2137, 2015.
- CHIANG, E. et al. Etiology of orbital fractures at a level I trauma center in a large metropolitan city. **Taiwan Journal of Ophthalmology**, v. 6, n. 1, p. 26–31, mar. 2016.
- CHUNG, K. J. et al. Correction of Medial Blowout Fractures According to the Fracture Types. **Annals of Plastic Surgery**, v. 76, n. 1, p. 46–50, jan. 2016.
- CORNELIUS, C. et al. Anatomy of the Orbits: Skeletal Features and Some Notes on the Periorbital Lining. **Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America**, v. 29, n. 1, mar. 2021.
- DEICHMÜLLER, C. M. C.; WELKOBORSKY, H.-J. [Orbital traumatology]. **HNO**, v. 66, n. 10, p. 721–729, out. 2018.
- ENGİN, Ö. et al. A systematic review of the surgical anatomy of the orbital apex. **Surgical and radiologic anatomy: SRA**, v. 43, n. 2, p. 169–178, fev. 2021.
- HAMMER, B. **Orbital Fractures: Diagnosis, Operative Treatment, Secondary Corrections**. [s.l.] Hogrefe & Huber Publishers, 1995.
- HSU, C. Y.-Y. et al. Risk of Dry Eye Syndrome in Patients with Orbital Fracture: A Nationwide Population-Based Cohort Study. **Healthcare** (Basel, Switzerland), v. 9, n. 5, p. 605, 18 maio 2021.
- KO, M. J. et al. Orbital fractures: national inpatient trends and complications. **Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 29, n. 4, p. 298–303, ago. 2013.
- DØVING, M. et al. Orbital fractures. *Tidsskrift for den Norske lægeforening : tidsskrift for praktisk medicin, ny række*, v. 142, n. 6, 4 abr. 2022.
- MCALLISTER, A. S. A Clinical Review of Orbital Anatomy and Its Relevance to Retrobulbar Anaesthesia. **Cureus**, v. 5, n. 2, 21 fev. 2013.
- MILORO, M., et al. **Princípios de cirurgia bucomaxilofacial de Peterson**. 3ª edição, São Paulo: Editora Santos, 2016.

PASOL, J. Questions and Answers in Neuro-Ophthalmology: A Case-Based Approach. **Journal of Neuro-Ophthalmology**, v. 35, n. 2, p. e12, jun. 2015.

RIDGWAY, E. B. et al. The incidence of lower eyelid malposition after facial fracture repair: a retrospective study and meta-analysis comparing subtarsal, subciliary, and transconjunctival incisions. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 124, n. 5, p. 1578–1586, nov. 2009.

MAHAJAN, R. K. et al. Retrospective Analysis of Subtarsal Incision in Maxillofacial Trauma. **Journal of maxillofacial and oral surgery**, v. 19, n. 3, set. 2020.

ROH, J. H.; JUNG, J. W.; CHI, M. A clinical analysis of bilateral orbital fracture. **The Journal of Craniofacial Surgery**, v. 25, n. 2, p. 388–392, mar. 2014.

TURVEY, T. A.; GOLDEN, B. A. Orbital anatomy for the surgeon. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 24, n. 4, p. 525–536, nov. 2012.

VALENCIA, M. R. et al. Radiological findings of orbital blowout fractures: a review. **Orbit** (Amsterdam, Netherlands), v. 40, n. 2, p. 98–109, abr. 2021.

YU, D.-Y. et al. Surgical Timing and Fracture Type on the Outcome of Diplopia After Orbital Fracture Repair. **Annals of Plastic Surgery**, v. 76 Suppl 1, p. S91-95, mar. 2016.

CAPÍTULO 2

ANATOMIA EM REALIDADE VIRTUAL: BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO COMPLEMENTAR DE TECNOLOGIAS DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA DIRECIONADAS À APRENDIZAGEM DA ANATOMIA HUMANA

ANATOMY IN VIRTUAL REALITY: BENEFITS OF COMPLEMENTARY USE OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES DIRECTED FOR LEARNING HUMAN ANATOMY.

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.02>

Submetido em: 09/08/2023

Revisado em: 28/12/2023

Publicado em: 10/01/2024

José Mateus Ismael Lima

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade
Acadêmica de Enfermagem, Cuité – PB

<http://lattes.cnpq.br/9870172752008444>

Arícia Vitória Soares Monteiro

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade
Acadêmica de Enfermagem, Cuité – PB

<http://lattes.cnpq.br/9928452931145266>

Janiele de Azevedo Silva

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade
Acadêmica de Enfermagem, Cuité – PB

<http://lattes.cnpq.br/2482371040332715>

Nadly Melo de Lima

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade

Acadêmica de Enfermagem, Cuité – PB

<http://lattes.cnpq.br/8980694234562644>

Karis Barbosa Guimarães Medeiros

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade

Acadêmica de Saúde, Cuité – PB

<http://lattes.cnpq.br/9009273689713385>

Igor Luiz Vieira de Lima Santos

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade

Acadêmica de Biologia e Química, Cuité – PB

<https://orcid.org/0000-0003-3438-0446>

Resumo

No cenário educacional contemporâneo, as rápidas evoluções tecnológicas têm desempenhado um papel crucial na transformação das metodologias de ensino. Entre as inovações que têm impactado positivamente diversas áreas, destaca-se a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA). Estas ferramentas, inicialmente desenvolvidas para proporcionar experiências envolventes e imersivas, têm encontrado terreno fértil no campo do ensino, especialmente no estudo da Anatomia Humana (AH). Ao superar desafios tradicionais, como a limitação de acesso a cadáveres, a RV e a RA emergem como aliadas poderosas, oferecendo aos estudantes uma jornada interativa pelos intricados detalhes do corpo humano. Este artigo explora a influência significativa dessas tecnologias na educação em saúde, concentrando-se no ensino da Anatomia Humana. Ao analisar sua aplicação prática e impactos observados, buscamos compreender como a RV e a RA não apenas se adaptaram durante a pandemia, mas se consolidaram como instrumentos indispensáveis para uma educação de qualidade. Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, optou-se por adotar uma abordagem de revisão narrativa da literatura. Esta metodologia permite a análise e síntese de estudos e artigos relevantes relacionados ao uso da RV e RA no ensino da AH. A revisão abrangeu uma variedade de fontes acadêmicas, sendo utilizadas as bases de dados SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde. Os critérios de seleção aplicados foram a relevância temática, onde foram selecionados estudos que abordavam especificamente o uso de RV e RA no ensino de AH; a atualidade dando preferência a artigos publicados nos últimos cinco anos para garantir a atualização das informações; e a metodologia clara, priorizando estudos com metodologia clara e resultados bem documentados. O processo de seleção seguiu os passos de fase inicial, realizando uma busca inicial utilizando termos como "Realidade Virtual", "Realidade Aumentada" e "Anatomia Humana" nas bases de dados mencionadas; seguida da triagem, onde os títulos e resumos dos artigos foram avaliados para determinar a relevância para os objetivos da pesquisa; culminando na seleção final, na qual os artigos selecionados foram lidos na íntegra, e aqueles que atenderam aos critérios foram incluídos na revisão narrativa. Após a seleção dos estudos, realizou-se uma análise detalhada de suas contribuições para compreender os impactos positivos da utilização de RV e RA no ensino de Anatomia Humana. Os resultados foram então sintetizados para proporcionar uma visão abrangente do estado atual da aplicação dessas tecnologias na educação em saúde. A revisão narrativa da literatura revelou de maneira abrangente que a implementação da RV e RA como ferramentas complementares no ensino da AH apresenta impactos positivos significativos. Os estudos analisados convergem para a constatação de que essas tecnologias oferecem uma experiência educacional interativa e imersiva, superando as barreiras tradicionais de acesso a cadáveres e proporcionando ambientes virtuais realistas para dissecações e visualização de órgãos. Esses resultados sugerem que, durante a pandemia, as ferramentas de RV e RA foram essenciais para manter a qualidade do ensino, destacando-se como

metodologias relevantes e eficazes mesmo diante dos desafios impostos pelo ensino remoto. Conclui-se que a tecnologia, especialmente a RV e RA, desempenha um papel crucial no aprimoramento do ensino de Anatomia Humana, oferecendo aos estudantes oportunidades inovadoras para explorar e compreender o corpo humano de maneira didática e aprofundada.

Palavras-Chave: Ensino; Realidade Virtual; Realidade Aumentada; Anatomia Humana.

Abstract

In the contemporary educational scenario, rapid technological developments have played a crucial role in transforming teaching methodologies. Among the innovations that have positively impacted several areas, Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) stand out. These tools, initially developed to provide engaging and immersive experiences, have found fertile ground in the field of teaching, especially in the study of Human Anatomy. By overcoming traditional challenges, such as limited access to cadavers, VR and AR emerge as powerful allies, offering students an interactive journey through the intricate details of the human body. This article explores the significant influence of these technologies on health education, focusing on the teaching of Human Anatomy. By analyzing their practical application and observed impacts, we seek to understand how VR and AR not only adapted during the pandemic, but consolidated themselves as indispensable instruments for quality education. To achieve the objectives proposed in this research, we chose to adopt a narrative literature review approach. This methodology allows the analysis and synthesis of relevant studies and articles related to the use of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in teaching Human Anatomy. The review covered a variety of academic sources, using the SciELO, PubMed and Virtual Health Library databases. The selection criteria applied were thematic relevance, where studies were selected that specifically addressed the use of VR and AR in teaching Human anatomy; current affairs, giving preference to articles published in the last five years to ensure information is up to date; and clear methodology, prioritizing studies with clear methodology and well-documented results. The selection process followed the initial phase steps, carrying out an initial search using terms such as "Virtual Reality", "Augmented Reality" and "Human Anatomy" in the aforementioned databases; followed by screening, where article titles and abstracts were evaluated to determine relevance to the research objectives; culminating in the final selection, in which the selected articles were read in full, and those that met the criteria were included in the narrative review. After selecting the studies, a detailed analysis of their contributions was carried out to understand the positive impacts of using VR and AR in teaching Human Anatomy. The results were then synthesized to provide a comprehensive view of the current state of application of these technologies in health education. The narrative literature review comprehensively revealed that the implementation of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) as complementary tools in teaching Human Anatomy has significant positive impacts. The studies analyzed converge to the conclusion that these technologies offer an interactive and immersive educational experience, overcoming traditional barriers to accessing cadavers and providing realistic virtual environments for dissections and visualization of organs. These results suggest that, during the pandemic, VR and AR tools were essential to maintain the quality of teaching, standing out as relevant and effective methodologies even in the face of the challenges posed by remote teaching. It is concluded that technology, especially VR and AR, plays a crucial role in improving the teaching of Human Anatomy, offering students innovative opportunities to explore and understand the human body in a didactic and in-depth way.

Keywords: Teaching; Virtual Reality; Augmented Reality; Human Anatomy.

Introdução

Ao longo dos anos, a tecnologia tem experimentado notáveis avanços e inovações, que exercem um impacto positivo no cotidiano das pessoas e se apresentam em múltiplos segmentos da sociedade, com destaque para o setor da educação e da saúde. Esses avanços tecnológicos têm revolucionado, principalmente, a forma de ensino-aprendizagem da Anatomia Humana (AH), através de ferramentas como a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA), as quais possibilitam aos discentes uma experiência

interativa e imersiva em relação ao conteúdo anatômico (BATALHA; TORI; FEDOCE, 2020).

O estudo da “anatomia” pode ser compreendido como a análise das secções ou cortes do corpo humano, sendo o ensino da AH de extrema importância para os estudantes de diversos cursos da área da saúde, uma vez que possibilita a compreensão acerca da estrutura e do funcionamento do corpo humano. Por muitos anos, o ensino da anatomia foi baseado exclusivamente em peças cadavéricas e livros, o que representava um problema, posto que, apesar da importância irrefutável dos cadáveres para a aprendizagem, o acesso a essas estruturas é dificultado pelo seu número limitado, tanto de cadáveres doados para estudos, quanto da disponibilidade de livros nas estantes das bibliotecas por falta de recursos. Além disso, os livros de anatomia e as peças sintéticas possuem um valor muito elevado, dificultando o acesso dos alunos aos materiais necessários para os estudos (BERMAN *et al.*, 2023).

Durante muitos anos, a tecnologia tem sido utilizada para expandir o conhecimento humano, mas foi durante a pandemia que esse contato ficou ainda mais frequente. Para que os estudantes da área da saúde obtenham o máximo de aprendizado na disciplina de AH são necessárias as aulas presenciais e atividades práticas, como a demonstração macroscópica de estruturas anatômicas em peças orgânicas. No entanto, durante o período da pandemia, a educação causou inúmeras dificuldades, e, na anatomia, não foi diferente. Desse modo, nos últimos anos, em decorrência dos avanços tecnológicos, foram implementados o uso complementar de tecnologias que tornam a aprendizagem menos monótona, mais interativa e abrangente (RONCATO *et al.*, 2022).

Uma das ferramentas tecnológicas que têm sido amplamente utilizadas no ensino da AH é a RV. Essa consiste em uma adaptação da realidade, criada por meio de sistemas computacionais, que objetiva “substituir” ou oferecer uma realidade alternativa à nossa experiência física. Esses novos ambientes criados por meio dessa tecnologia devem ser projetados para que os usuários não consigam discernir entre o que é real e o que não é, de modo que, ao usar óculos e capacetes, os indivíduos sejam completamente transportados para uma realidade alternativa. Nesse sentido, essa ferramenta permite a realização de dissecações e visualização de órgãos de forma realista, contribuindo para a compreensão das estruturas e do funcionamento do corpo humano pelos discentes (BATALHA; TORI; FEDOCE, 2020).

Além disso, outra tecnologia utilizada de forma complementar no ensino da AH é a RA. Nesse sentido, a RA é uma tecnologia que oferece uma perspectiva única da realidade, integrando componentes do mundo físico com elementos criados em tempo real no mundo virtual tridimensional. Através dessa combinação, essa tecnologia proporciona uma experiência imersiva e interativa, permitindo aos usuários visualizar e interagir com informações digitais sobrepostas ao ambiente real. A principal característica dessa ferramenta é a sua capacidade de sobrepor objetos virtuais, como gráficos, animações e modelos tridimensionais, ao mundo físico, utilizando dispositivos eletrônicos, como smartphones, tablets ou óculos específicos. Esses dispositivos capturam o ambiente real por meio de câmeras e, em seguida, processam e exibem as informações virtuais de forma integrada ao campo de visão do usuário. Em relação ao ensino da AH, a utilização dessa tecnologia proporciona a sobreposição de órgãos, sistemas e estruturas anatômicas sobre o corpo físico, permitindo uma visualização mais precisa e detalhada e uma aprendizagem mais envolvente e estimulante (NUNES; GLÓRIA; MONTEIRO, 2018).

Nesse sentido, a proposta desse artigo é a de possibilitar a maior compreensão acerca de como a tecnologia pode influenciar no ensino da AH, tendo em vista sua ampliação do conhecimento dos estudantes, levando em consideração que ela possibilita, por meio dos seus equipamentos, o entendimento do corpo humano. Diante disso, o trabalho objetiva discutir acerca da importância das tecnologias de RV e RA para o ensino da anatomia aos estudantes da área da saúde. Bem como elas estão sendo utilizadas pelos discentes destacando o modo pelo qual a RV e RA estão tornando a compreensão dos aspectos anatômicos mais didáticos.

A realização deste trabalho se fundamenta na crescente importância das tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) como ferramentas inovadoras no campo educacional, especialmente no ensino da Anatomia Humana. A necessidade de explorar e compreender os impactos dessas tecnologias na educação em saúde torna-se evidente diante das transformações constantes no cenário educacional e das demandas por métodos mais eficazes e envolventes.

O ensino de Anatomia Humana enfrenta desafios intrínsecos, como limitações no acesso a cadáveres e a busca por métodos pedagógicos mais dinâmicos. Nesse contexto, a RV e a RA apresentam-se como soluções promissoras, oferecendo ambientes virtuais realistas que transcendem as barreiras físicas e proporcionam experiências educacionais

interativas. A justificativa para a execução deste trabalho reside na necessidade de compreender em profundidade como essas tecnologias têm influenciado positivamente o ensino de Anatomia Humana, fornecendo uma base sólida para aprimorar práticas pedagógicas e promover uma formação mais completa e envolvente para os estudantes na área da saúde.

Metodologia

Este artigo apresenta uma revisão narrativa da literatura, a qual foi realizada por meio de uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de identificar e analisar fundamentos científicos que sustentem o uso complementar das tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para o aprendizado da Anatomia Humana. Segundo Brum *et al.*, 2015 as revisões narrativas de literatura são caracterizadas por abordar de forma ampla o desenvolvimento de um determinado assunto a partir de uma perspectiva teórica ou contextual. Por meio da análise e interpretação da produção científica existente, busca-se realizar uma síntese de conhecimentos, descrevendo temas abrangentes e identificando lacunas que possam subsidiar novas pesquisas. É importante ressaltar que as revisões narrativas podem ser conduzidas de maneira sistematizada, seguindo o rigor metodológico (BRUM *et al.*, 2015).

A busca de fontes bibliográficas foi realizada no segundo semestre de 2023, utilizando bases de dados on-line publicamente disponíveis que forneceram novas perspectivas sobre ferramentas tecnológicas que podem ser utilizadas como metodologias pedagógicas que possibilitem benefícios evidentes para o ensino de Anatomia Humana. O estudo se baseou em plataformas de pesquisa científica como SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde, bem como em fontes sistemáticas que abordassem o tema sob análise. Foram utilizados os seguintes descritores: "Ensino", "Realidade Virtual e Aumentada" e "Anatomia Humana", que foram traduzidos para garantir compatibilidade com as plataformas de pesquisa que possuem a língua inglesa como idioma. Os descritores foram empregados individualmente ou em combinação, juntamente com operadores booleanos: AND, OR, NOT, para aprimorar as pesquisas assegurando a inclusão de artigos mais atuais associados à temática proposta.

- **CrITÉRIOS de Seleção:**

Relevância Temática:

- Seleção de estudos que abordassem especificamente o uso de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) no ensino de Anatomia Humana.
- Inclusão de pesquisas que explorassem aplicações práticas dessas tecnologias na dissecação virtual, visualização de órgãos e outras atividades educacionais específicas.

Atualidade e Consistência Metodológica:

- Preferência por artigos publicados nos últimos seis anos para garantir a atualização das informações.
- Inclusão de estudos com metodologia clara, garantindo a consistência nas abordagens utilizadas.

Resultados Documentados e Mensuráveis:

- Prioridade para estudos que apresentassem resultados mensuráveis e documentados, permitindo uma análise mais precisa do impacto das tecnologias de RV e RA no aprendizado de Anatomia Humana.

Diversidade de Fontes:

- Inclusão de pesquisas provenientes de diferentes bancos de dados públicos e on-line fontes priorizando revistas científicas para obter uma visão abrangente das aplicações e resultados dessas tecnologias.

Acessibilidade:

- Consideração da acessibilidade dos estudos, priorizando aqueles disponíveis para consulta aberta ou acessíveis por meio de instituições de ensino e pesquisa como Universidades Federais.

Ao adotar esses critérios, buscou-se garantir a inclusão de estudos relevantes, recentes e metodologicamente sólidos, proporcionando uma base robusta para a revisão narrativa da literatura no contexto do uso de RV e RA no ensino da Anatomia Humana.

- **Critérios de Exclusão:**

Irrelevância Temática:

- Exclusão de estudos que não se concentraram especificamente no uso de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) no ensino de Anatomia Humana.
- Eliminação de trabalhos que abordaram outras áreas ou temas não relacionados ao escopo da pesquisa.

Metodologia Não Clara:

- Exclusão de estudos com metodologia pouco claras, inconsistentes ou que não forneceram detalhes suficientes sobre os métodos utilizados.
- Descarte de trabalhos cujas metodologias não permitiram uma análise crítica da validade dos resultados.

Resultados Não Documentados ou Não Mensuráveis:

- Eliminação de estudos que não apresentaram resultados documentados ou mensuráveis sobre o impacto das tecnologias de RV e RA no ensino de Anatomia Humana.
- Descarte de trabalhos que careceram de evidências concretas e mensurações objetivas dos efeitos educacionais.

Falta de Acessibilidade:

- Exclusão de estudos não acessíveis para consulta aberta ou que não estivessem disponíveis por meio de instituições de ensino e pesquisa.
- Descarte de trabalhos cujo acesso fosse restrito, dificultando a análise por outros pesquisadores e interessados.

Data de Publicação Anterior a Seis Anos:

- Descarte de artigos publicados há mais de seis anos para assegurar a inclusão de informações atualizadas e alinhadas com o estado atual da tecnologia e práticas educacionais.

Estes critérios de exclusão visaram garantir que apenas estudos relevantes, metodologicamente sólidos e recentes fossem considerados na revisão narrativa da literatura, promovendo a qualidade e a pertinência dos dados analisados.

- **Processo de Seleção:**

Busca Inicial:

- Utilização de termos-chave como "Realidade Virtual", "Realidade Aumentada" e "Anatomia Humana" nas bases de dados selecionadas (SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde).
- Exploração de registros bibliográficos e artigos científicos para identificar potenciais contribuições à temática.

Triagem Inicial:

- Avaliação de títulos e resumos para determinar a relevância dos estudos em relação aos objetivos da pesquisa.
- Exclusão de trabalhos que não estivessem diretamente relacionados ao uso de RV e RA no ensino de Anatomia Humana.

Seleção Final:

- Leitura integral dos artigos selecionados para garantir que atendessem aos critérios de relevância temática, atualidade e consistência metodológica.
- Inclusão apenas dos estudos que apresentassem resultados documentados e mensuráveis sobre o impacto das tecnologias analisadas.

- **Análise e Síntese:**

Extração de Dados:

- Identificação e extração de dados relevantes, incluindo informações sobre a metodologia utilizada, resultados obtidos e conclusões dos estudos selecionados.
- Organização sistemática dos dados para facilitar a análise comparativa. Apesar de não se tratar de uma revisão sistemática, apenas narrativa, analisando de modo global e por opinião própria as contribuições em questão, escopo do trabalho.

Categorização Temática:

- Agrupamento dos estudos em categorias temáticas, destacando padrões e tendências observadas nas aplicações de RV e RA no ensino de Anatomia Humana.

Avaliação da Qualidade Metodológica:

- Avaliação crítica da qualidade metodológica de cada estudo, considerando a clareza dos procedimentos, a validade dos resultados e a consistência dos métodos aplicados.

Síntese dos Resultados:

- Síntese dos resultados obtidos, destacando descobertas comuns, divergências e lacunas na literatura revisada.
- Contextualização dos resultados em relação aos objetivos da pesquisa, destacando a relevância das descobertas para a compreensão do uso de RV e RA no ensino de Anatomia Humana.

A análise global dos conteúdos em questão envolveu uma leitura minuciosa e detalhada dos resumos e títulos de cada artigo resultante dos filtros aplicados nas plataformas. Inicialmente, foram identificados 56 artigos com base nos critérios de inclusão. Após uma leitura minuciosa dos textos, foram excluídas 35 publicações que não estavam diretamente relacionadas ao conteúdo da presente pesquisa. Assim, a amostra final foi composta por 22 artigos científicos, juntamente com pesquisas adicionais de outras fontes que abordaram os benefícios do uso de tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para o aprendizado de AH, visando compreender as problemáticas propostas e o seu estudo. As principais informações dessas fontes foram compiladas, sintetizadas e organizadas para criar um trabalho unificado, facilitando a análise do conteúdo referente ao problema inicial. Por fim, essas informações foram agrupadas sistematicamente por meio do programa Microsoft Office Word e narradas neste trabalho procurando sempre a melhor forma de expressão para entendimento do leitor final.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos demonstraram de modo global que a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) beneficia demasiadamente o

processo de ensino-aprendizagem dos discentes nas diversas áreas do conhecimento. Nesse sentido, destaca-se a disciplina de Anatomia Humana, a qual, por apresentar uma base teórica e prática extensa, exige uma alta capacidade de memorização e raciocínio dos alunos, necessitando que haja a adoção de novas metodologias pedagógicas de ensino que possibilitem uma maior motivação e participação dos educandos, com destaque para o uso das inovadoras ferramentas de Realidade Virtual e Aumentada, capazes, individualmente ou combinadas, de transformar a forma de aprendizagem dos estudantes, tornando o processo menos monótono e mais interativo, reflexivo, colaborativo, crítico e criativo (AGUIAR *et al.*, 2021). Além de propiciar um maior tempo de estudo, proporcionando ao aluno a consulta dos conteúdos no seu tempo com maior qualidade e em momentos em que eles se sintam bem para estudar e fixar o conteúdo.

- **Mesa de Dissecção Virtual**

Nesse sentido, é evidente a influência dessas ferramentas de RV e RA no ensino da anatomia. A partir dos estudos analisados, observa-se o destaque para alguns desses mecanismos, dentre eles, a mesa de dissecção virtual que apresenta a ilustração de um corpo em tamanho humano, fornecendo ferramentas de realização de práticas anatômicas e cirúrgicas em tamanho tridimensional, essa mesa interativa apresenta cerca de 2 metros de comprimento por 0,6 metro de largura, permitindo a realização de dissecações virtuais em um cadáver humano digital, pelos alunos, a partir de um sistema que possui secções transversais de corpos inteiros, o que permite aos alunos explorar estruturas anatômicas em diferentes cortes e planos, selecionando e visualizando as estruturas em 3D, em vários ângulos (DE PONTÍ *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a mesa de dissecção virtual emerge como uma ferramenta inovadora e essencial para a formação acadêmica dos alunos, de modo que sua importância reside em vários aspectos cruciais, como a experiência prática e imersiva, ao permitir que os alunos mergulhem em um ambiente tridimensional, simulando com fidelidade práticas anatômicas e cirúrgicas. Essa abordagem prática contribui para uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos anatômicos, posto que, a partir da visualização de peças dissecadas tridimensionalmente de modo digital, amplia-se a capacidade de visualizar estruturas anatômicas que poderiam ter sua observação dificultada em decorrência do estado das peças orgânicas, as quais se deterioram ao longo do tempo, mostrando-se relevante o uso dessa tecnologia (ROSA *et al.*, 2019).

Por meio do uso da mesa de dissecação virtual, os alunos têm a oportunidade única de explorar o corpo humano digital em diferentes cortes e planos, proporcionando uma perspectiva mais abrangente e detalhada do que seria possível em métodos tradicionais. Além de possibilitar a superação de limitações físicas associadas ao acesso a cadáveres, essa ferramenta reduz os riscos para os estudantes, evitando o contato com produtos químicos utilizados para conservação dos corpos, o que proporciona uma alternativa eficaz e segura, especialmente significativa, uma vez que muitas instituições enfrentam desafios na disponibilidade de material cadavérico para estudo (BRONGEL, 2020).

Assim, ela pode favorecer o engajamento ativo dos alunos permitindo a realização de dissecações virtuais e participativas no processo de aprendizado. A interatividade proporcionada pela tecnologia motiva os estudantes, transformando o estudo da anatomia em uma experiência dinâmica e envolvente. Isso tudo favorece a preparação para a Prática Profissional com uma experiência prática adquirida por meio dessa tecnologia não apenas aprimorando o conhecimento teórico, mas também preparando os alunos para desafios práticos que enfrentarão em suas futuras carreiras profissionais na área de saúde.

Em síntese, a mesa de dissecação virtual, impulsionada pela RV e RA, representa uma ferramenta fundamental para o estudo anatômico dos alunos. Sua capacidade de proporcionar uma experiência imersiva, visualização tridimensional e superação de limitações físicas destaca-a como um recurso valioso que não apenas complementa, mas transforma a forma como a anatomia humana é ensinada e aprendida.

- **Holo Mentor**

Outro sistema de importante destaque é o método Holo Mentor que utiliza óculos de realidade virtual que projetam elementos virtuais ao nível dos olhos do usuário, permitindo que eles observem e interajam com o ambiente virtual, sendo demasiadamente eficaz no treinamento remoto de anatomia e considerado uma ferramenta valiosa no treinamento clínico, posto que permite que os cirurgiões acessem exames do paciente durante uma operação sem desviar o olhar para monitores externos (PAPALOIS *et al.*, 2021).

O método Holo Mentor possui notoriedade ao fornecer uma experiência de aprendizagem envolvente e interativa, por meio do uso de óculos de realidade virtual. Tais dispositivos possuem a capacidade de projetar conteúdos virtuais de forma imersiva, construindo um ambiente tridimensional que assegura aos usuários a observação e

interação com estruturas anatômicas de forma virtual. Essa abordagem não só enriquece notoriamente o processo de aprendizagem, assim como proporciona uma compreensão profunda das complexidades inerentes ao estudo do corpo humano. Assim, a utilização da ferramenta do Holo Mentor transforma os mecanismos de ensino anatômico, fornecendo uma alternativa inovadora que perpassa os métodos tradicionais e promove uma compreensão completa e participativa da anatomia humana (AL JANABI *et al.*, 2019).

A eficácia desse método é particularmente evidente no treinamento remoto de anatomia. Ao fornecer uma experiência virtual realista, os alunos têm a oportunidade de estudar e praticar em ambientes anatômicos virtuais, superando as limitações geográficas e promovendo a continuidade do aprendizado, mesmo à distância. Isso é especialmente valioso em situações em que a presença física no laboratório anatômico pode ser desafiadora.

Ao integrar o método Holo Mentor à educação anatômica, abre-se um horizonte de possibilidades para uma formação mais avançada e contextualizada. A combinação dessas tecnologias, como a mesa de dissecação virtual e o Holo Mentor, não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também prepara os estudantes para os desafios dinâmicos e tecnológicos do campo da saúde. Essas inovações não apenas complementam, mas redefinem a forma como a anatomia é ensinada e aplicada, preparando profissionais de saúde para um futuro cada vez mais complexo e tecnológico.

- **Aplicativos Digitais**

Por fim, destacam-se os aplicativos digitais, a exemplo do Qlone, o qual foi desenvolvido durante a pandemia de COVID-19, fornecendo uma visualização aceitável das estruturas anatômicas panorâmicas, por meio de imagens escaneadas das peças anatômicas, o que facilitou, durante o período, o estudo da anatomia por parte dos estudantes dos diversos cursos, sobretudo, da área da saúde. Além do aplicativo Anatomy Learning, que é uma ferramenta educacional que fornece recursos interativos para o estudo da anatomia, incluindo modelos em 3D, vídeos explicativos e testes interativos, de modo que possibilita aos usuários aprender os conceitos anatômicos de forma prática e acessível (SINOUE; SINOUE; FILIPPOU, 2023). Dessa forma, a representação dessas ferramentas encontra-se sintetizadas nas seguintes figuras:



Figura 1: Utilização da mesa de dissecação virtual.
Fonte: Payrá, M.L., 2017.

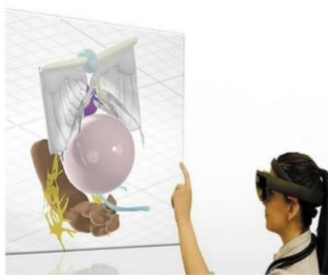


Figura 2: Utilização do HoloMentor.
Fonte: Papalois, Z.A. et al, 2021.



Figura 3: Interface do aplicativo Qlode.
Fonte: Skeleton scanned with Qlone.

A utilização da Realidade Virtual e Aumentada no ensino dos conteúdos da disciplina de Anatomia Humana oferece uma gama ampliada de vantagens que abrangem além do simples envolvimento do usuário, motivação e engajamento. Nessa óptica, um desses benefícios é a redução dos custos de capacitação dos usuários, tendo em vista que a Realidade Virtual permite que haja o estudo dos órgãos sem a necessidade de custos adicionais, o que representa uma economia notória para as instituições de ensino, que não precisam investir altos valores apenas em cadáveres reais ou materiais de dissecação, embora esse processo ainda seja de grande importância para a aprendizagem.

Outro aspecto relevante a ser considerado é a questão ética relacionada ao uso dos cadáveres, posto que para obtê-los os laboratórios de anatomia enfrentam grandes desafios associados aos processos burocráticos, de forma que a doação de cadáveres é um processo complexo e nem sempre é possível garantir um suprimento adequado. Conforme apontado nos estudos sob análise, a quantidade de cadáveres disponíveis está em declínio, o que tem levado a necessidade da adoção de práticas alternativas de aprendizado para conteúdos relacionados à Anatomia Humana e a prática cirúrgica.

Além disso, o fato da manutenção e do preparo dos cadáveres requerer recursos financeiros consideráveis, acaba resultando em altas mensalidades para os estudantes das universidades privadas, o que pode dificultar o acesso de alguns alunos ao aprendizado prático de anatomia. Nesse contexto, os mecanismos de RV e RA atuam fornecendo uma solução para tais problemas, visto que, com a simulação virtual, os discentes podem explorar os sistemas anatômicos de forma interativa e realista, de modo que eles podem visualizar órgãos em detalhes, realizar disseções virtuais, observar estruturas complexas em 3D e até interagir com essas estruturas (BATALHA; TORI; FEDOCE, 2020).

Outrossim, as ferramentas de RV e RA em anatomia permitem o acesso dos estudantes a um número ilimitado de casos clínicos e situações anatômicas, o que amplia

o escopo do aprendizado desses discentes, uma vez que podem explorar diferentes patologias, variações anatômicas e condições médicas específicas, aprimorando sua compreensão das estruturas corporais e suas interrelações. Desse modo, essa abordagem abrangente da aprendizagem anatômica contribui para a formação de profissionais de saúde mais preparados para as situações clínicas que irão vivenciar. A utilização dos mecanismos de RV em anatomia possibilita efeitos duradouros, a exemplo da redução dos custos de capacitação, da superação de questões éticas e de disponibilidade de cadáveres e da democratização do acesso ao aprendizado prático da AH. Assim, ao proporcionar uma experiência imersiva e interativa, essas ferramentas alternativas e complementares tornam o estudo da anatomia mais envolvente, motivador e eficaz, preparando os discentes para os desafios da prática clínica de maneira acessível e inovadora (SANTOS; SILVA, 2023).

O uso dessas ferramentas de RV e RA nas instituições de ensino tem evidenciado impactos positivos notórios. Um estudo realizado no ano de 2022, mostrou que tanto a RV quanto a RA trouxeram melhores resultados como ferramentas complementares de ensino da AH, entre estudantes universitários, com altas taxas de satisfação e aceitação, entretanto, notou-se que a RA se mostrou mais eficaz do que a RV, embora essa primeira exija investimentos mais altos para ser implantada no ensino (TAYLOR *et al.*, 2022).

Além disso, os resultados de outro estudo realizado no ano 2023 demonstraram que os alunos apresentaram um desempenho melhor no curso que utilizou as ferramentas de Realidade Virtual (média de 82,27%) em comparação com os que utilizaram apenas laboratórios presenciais (média de 80,08%). Além disso, ficou claro que a utilização da RV promoveu o maior envolvimento dos alunos e ofereceu oportunidades adicionais de interação com os docentes, colegas e conteúdo do curso. Ainda nesse estudo, os alunos destacaram benefícios específicos do ambiente de RV para a aprendizagem, como a capacidade de ampliar infinitamente o cadáver virtual e explorar estruturas anatômicas em diferentes perspectivas, de forma que o uso das ferramentas virtuais manteve o rigor dos laboratórios tradicionais de anatomia macroscópica, sem impacto negativo nas pontuações dos exames dos alunos e proporcionou um alto nível de acessibilidade. Desse modo, os resultados sugerem que a utilização da RV como complemento ao ensino de Anatomia fornece vantagens significativas, melhorando a experiência de aprendizado dos alunos e permitindo uma abordagem mais flexível e imersiva (BROWN *et al.*, 2023).

Embora possibilite inúmeros benefícios ao aprendizado dos conteúdos de Anatomia Humana, bem como na adaptação e na satisfação dos alunos, é relevante salientar que as ferramentas que constituem a RV e a RA não devem substituir os cadáveres completamente, tendo em vista que essas abordagens tecnológicas não asseguram, aos educandos, experimentar a sensação real de dureza, peso e flexibilidade das estruturas anatômicas, aspectos esses que são, muitas vezes, cruciais durante práticas reais de assistência em saúde, em que a falta de treinamento adequado pode resultar em danos. Ademais, outro aspecto limitante inclui a baixa resolução de algumas estruturas anatômicas presentes no ambiente da RV, o que torna difícil a visualização de detalhes de pequenas estruturas, como os vasos sanguíneos e linfáticos, os nervos e os núcleos. Desse modo, destaca-se que é crucial não abandonar completamente a dissecação de peças cadavéricas no ensino de anatomia macroscópica, em vez disso, é mais relevante combinar abordagens, a exemplo das ferramentas de RV e RA, com métodos pedagógicos tradicionais para obter um ensino mais completo e eficaz (SANTOS; SILVA, 2023).

Nesse contexto, torna-se perceptível que as ferramentas de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, possuem um papel significativo no processo de ensino e aprendizagem dos discentes, especialmente no campo da disciplina de AH. Entretanto, é importante ressaltar que não se deve subestimar a importância das práticas laboratoriais envolvendo o uso de cadáveres, tendo em vista que essa abordagem possibilita um contato mais direto com as peças anatômicas e com o corpo humano, proporcionando assim, uma compreensão mais aprofundada dos estudos anatômicos. Portanto, é aconselhável utilizar as ferramentas e métodos virtuais como um recurso complementar ao uso das peças anatômicas e cadáveres humanos nas atividades práticas de anatomia realizadas em laboratório. Dessa forma, torna-se possível explorar novas formas inovadoras de ensino, desfrutando ao máximo as vantagens oferecidas pelas tecnologias virtuais.

Portanto, verifica-se que a utilização de ferramentas tecnológicas tem revolucionado o ensino de diversas disciplinas, principalmente a AH, uma disciplina complexa, extensa e que requer uma dedicação intensa por parte dos alunos. Essa mudança na forma de aprendizado é realizada através do complemento de ferramentas como a RV, que é capaz de criar ambientes totalmente simulados por meio de óculos ou capacetes, e RA, que mescla elementos reais e virtuais. Em outras palavras, essas ferramentas possibilitam a interação e a experiência dos estudantes no conteúdo a ser

estudado. Assim, é evidente que esses recursos desempenham um papel importante no ensino da AH, tornando-se necessária à sua disseminação pelas instituições de ensino.

Desse modo, ao incorporar a RV e a RA no ensino de anatomia, os discentes podem vivenciar experiências imersivas e interativas, permitindo assim, a visualização tridimensional do corpo humano, a manipulação virtual de estruturas anatômicas e a simulação de procedimentos médicos. De modo que, tais ferramentas fornecem um ambiente de aprendizagem envolvente e dinâmico, que pode despertar maior interesse e motivação nos estudantes, para que dessa forma, possuam uma compreensão mais completa e integrada dos conceitos anatômicos.

Considerações Finais

Diante do exposto e através da identificação dos estudos, conclui-se que a utilização da tecnologia tem sido uma grande aliada no processo de ensino-aprendizagem, principalmente na área da saúde, onde a compreensão do corpo humano é fundamental. Nesse sentido, ao longo deste trabalho, foi possível observar como a tecnologia tem revolucionado o ensino da AH, proporcionando aos discentes uma experiência interativa e imersiva em relação ao conteúdo anatômico. Através de ferramentas como a RV e a RA, os discentes podem explorar o corpo humano de maneira mais didática e eficiente, o que tem contribuído para a melhoria da qualidade do ensino na área da saúde.

Desse modo, a utilização de ferramentas tecnológicas no ensino de AH tem se mostrado extremamente benéfica para os estudantes, tendo em vista que permite que eles visualizem e interajam com o conteúdo de forma mais dinâmica e integrativa. Além disso, a tecnologia também tem ajudado a superar alguns dos desafios enfrentados pelos professores e alunos, como a falta de material didático adequado e a dificuldade em compreender conceitos complexos.

Através da análise dos dados disponíveis, foi possível constatar que a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) beneficia demasiadamente o processo de ensino-aprendizagem dos discentes nas diversas áreas do conhecimento. Entretanto, é válido ressaltar que a disseminação dessas ferramentas ainda enfrenta algumas dificuldades, como a falta de investimento por parte das instituições de ensino e a falta de capacitação dos professores para utilizá-las de forma eficiente. Sendo assim, é imprescindível que as instituições de ensino invistam o capital na aquisição de softwares

bem como, equipamentos que permitam a utilização da RV e RA no ensino da Anatomia Humana.

Por fim, compreende-se que a utilização da tecnologia no ensino da Anatomia Humana não substitui a importância do estudo teórico e prático da disciplina, de modo que a tecnologia deve ser vista como uma ferramenta complementar, que pode contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo anatômico. Portanto, é fundamental que os estudantes tenham acesso a uma formação completa, que inclua tanto o estudo teórico quanto o prático da disciplina, e que por meio da utilização dessas ferramentas se torne possível contribuir para que os discentes possuam uma melhor compreensão do corpo humano, assim como, das patologias que podem vir a afetar a sua homeostasia.

Referências

AGUIAR, B. et al. Utilização da Realidade Virtual para o ensino em saúde. **REIN - REVISTA EDUCAÇÃO INCLUSIVA**, v. 5, n. 1, 15 abr. 2021. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/REIN/article/view/325>. Acesso em: 13 jul. 2023.

AWORI, J. et al. Comparative effectiveness of virtual reality (VR) vs 3D printed models of congenital heart disease in resident and nurse practitioner educational experience. **3D Printing in Medicine**, v. 9, n. 1, 11 fev. 2023. Disponível em: <https://threedmedprint.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41205-022-00164-6>. Acesso em: 13 jul. 2023.

BATALHA, P.H.; TORI, R.; FEDOCE, R.S. **Educação imersiva no ensino de Enfermagem**: Aplicação da Realidade virtual no estudo da anatomia humana. SÃO PAULO. 2020. Disponível em: https://especializacao.icmc.usp.br/documentos/tcc/paulo_batalha.pdf. Acesso em: 13 jul. 2023.

BERMAN, H.K et al. **Student learning of head and neck anatomy using cone beam computed tomography and immersive virtual reality**. 22 abr. 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jdd.13224>. Acesso em: 13 jul. 2023.

BROWN, K. E. et al. A Large-Scale, Multiplayer Virtual Reality Deployment: A Novel Approach to Distance Education in Human Anatomy. **Medical Science Educator**, 16 fev. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40670-023-01751-w>. Acesso em: 13 jul. 2023.

BRUM, C.N. et al. Revisão narrativa de literatura: aspectos conceituais e metodológicos na construção do conhecimento da enfermagem. In: LACERDA, M.R.; COSTENARO, R.G.S. (Orgs). **Metodologias da pesquisa para a enfermagem e saúde**: da teoria à prática. Porto Alegre: Moriá, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v17n4/18.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2023.

CAMPOS, B. M. et al. Revisão integrativa de ferramentas inovadoras para ensino-aprendizagem em anatomia em curso de Medicina. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 46, p. e144, 28 nov. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/JhFJ86LgXhNpr9CvGTWWKvx/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

CHYTAS, D. et al. **Considerations for the value of immersive virtual reality platforms for neurosurgery trainees' anatomy understanding**. v. 14, p. 173–173, 19 maio 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10246390/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

DE PONTI, R. et al. Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on students' perception. **BMC Medical Education**, v. 20, n. 1, 25 set. 2020. Disponível em: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-020-02245-8>. Acesso em: 13 jul. 2023.

JIANG, H. et al. Virtual Reality in Medical Students' Education: A Scoping Review (Preprint). **JMIR Medical Education**, v. 8, n. 1, 11 nov. 2021. Disponível em: <https://mededu.jmir.org/2022/1/e34860>. Acesso em: 13 jul. 2023.

NUNES, F.; GLÓRIA, M.T.; MONTEIRO, C.C. **Ensino de Anatomia Humana com auxílio da Realidade Aumentada**. Palmas, 2018. Disponível em: <https://propi.ift.edu.br/ocs/index.php/jice/9jice/paper/view/9431/4092#:~:text=Deste%20p%C3%BAblico%2062%2C5%25%20considerou>>. Acesso em: 13 jul. 2023.

O'NEILL, S. et al. **Student Perceptions of Superimposed Mixed Reality Anatomy: A Bridge Between the Virtual and Physical**. v. 33, n. 2, p. 343–344, 9 mar. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40670-023-01763-6>. Acesso em: 13 jul. 2023.

PAPALOIS, Z.-A. et al. HoloMentor: A Novel Mixed Reality Surgical Anatomy Curriculum for Robot-Assisted Radical Prostatectomy. **European Surgical Research**, v. 63, n. 1, p. 40–45, 1 nov. 2021. Disponível em: <https://karger.com/esr/article/63/1/40/823560/HoloMentor-A-Novel-Mixed-Reality-Surgical-Anatomy>. Acesso em: 13 jul. 2023.

RICHARDS, S. Student Engagement Using HoloLens Mixed-Reality Technology in Human Anatomy Laboratories for Osteopathic Medical Students: an Instructional Model. **Medical Science Educator**, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40670-023-01728-9>. Acesso em: 13 jul. 2023.

RONCATO, P. Uso de tecnologias no ensino de anatomia humana em cursos da saúde. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 16, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/38426/31906/420594>. Acesso em: 13 jul. 2023.

SANTOS, A. R.; SILVA, M. M. O. Estratégias de realidade virtual e da realidade aumentada no ensino de anatomia. **Em Teia | Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 14, n. 1, p. 185, 5 abr. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/256961>. Acesso em: 13 jul. 2023.

SINOUE, N.; SINOUE, N.; FILIPPOU, D. Virtual Reality and Augmented Reality in Anatomy Education During COVID-19 Pandemic. **Cureus**, 19 fev. 2023. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/125929-virtual-reality-and-augmented-reality-in-anatomy-education-during-covid-19-pandemic#!/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

TAYLOR, L. et al. Extended reality anatomy undergraduate teaching: A literature review on an alternative method of learning. **Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger**, v. 239, p. 151817, jan. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0940960221001436?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jul. 2023.

TORQUATO et al. **Virtual Reality as a Complementary Learning Tool in Anatomy Education for Medical Students**. v. 33, n. 2, p. 507–516, 23 mar. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40670-023-01774-3>. Acesso em: 13 jul. 2023.



CAPÍTULO 3

ANATOMIA DA RETINA

RETINA'S ANATOMY

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.03>

Submetido em: 18/12/2023

Revisado em: 29/12/2023

Publicado em: 10/01/2024

Silvio Tibo Cardoso Filho

Universidade Estadual de Montes Claros, Médico Legista da Polícia Civil de

Minas Gerais, Montes Claros - MG

<http://lattes.cnpq.br/9406976568017992>

Resumo

A retina consiste em um importante componente do aparelho visual, sendo a parte do olho nos vertebrados responsável pela captação do estímulo luminoso e formação da imagem do mundo visualizado. O conhecimento aprofundado dessa estrutura e seus componentes é fundamental para o médico oftalmologista, em especial na correlação com as doenças que a acometem e os procedimentos cirúrgicos que podem ser realizados. No entanto, também o médico generalista deverá conhecer os princípios da anatomia retiniana de maneira a melhorar o entendimento das comorbidades sistêmicas que tem repercussão nesse órgão. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura sobre o tema e apresentada nesse capítulo, com enfoque na classificação das camadas que a compõem e em sua distribuição topográfica.

Palavras-chave: Retina; Anatomia; Anatomia Regional.

Abstract

The retina consists of an important component of the visual system, being the part of the eye in vertebrates responsible for capturing the luminous stimulus and forming the image of the visualized world. In-depth knowledge of this structure and its components is crucial for the ophthalmologist, especially in correlation with the diseases that affect it and the surgical procedures that can be performed. However, the general practitioner should also be familiar with the principles of retinal anatomy to enhance understanding of systemic comorbidities that have an impact on this organ. To achieve this, a literature review on the topic was conducted and presented in this chapter, focusing on the classification of the layers that compose it and their topographical distribution.

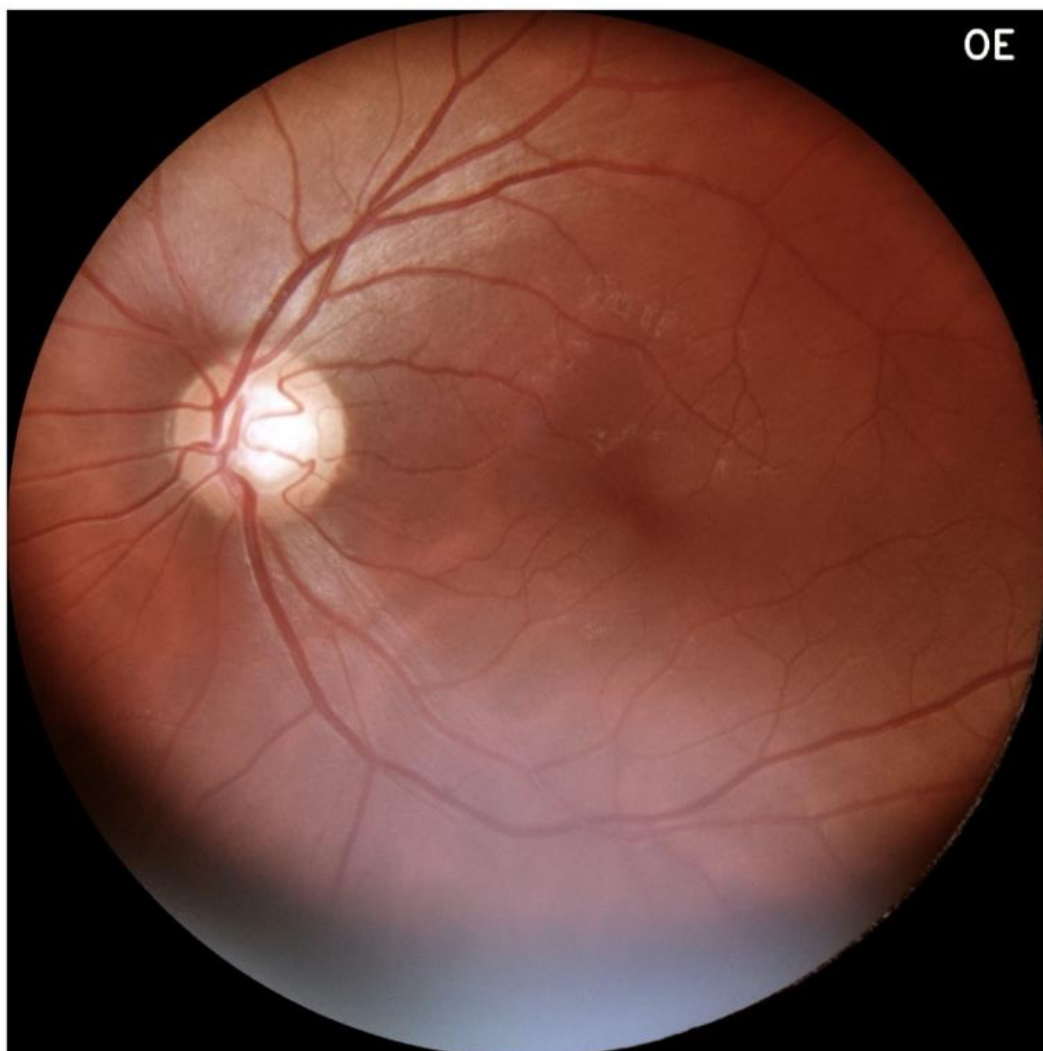
Key words: Retina; Anatomy; Regional Anatomy.

Introdução

Imagine uma estrutura microscópica capaz de realizar a captação e transdução de um estímulo luminoso, além de transmiti-lo para adiante no sistema nervoso. Essa é a nossa retina, que faz parte da túnica interna do olho e que tem enorme importância em nossas vidas.

A partir de conhecimentos embriológicos, podemos dividir a retina em duas porções: a retina neurossensorial e o epitélio pigmentado da retina (EPR), que serão melhor descritos a seguir.

Figura 1: Retinografia colorida.



Fonte: Acervo pessoal.

Retina Neurosensorial

De origem neuroectodérmica, a retina neurosensorial é formada a partir do folheto interno do cálice óptico, composta por células nervosas, glia e vasos de pequeno calibre. É especialmente importante conhecer as camadas que formam essa porção da retina, que são em número de dez, de mais interno para mais externo: membrana limitante interna (MLI), camada de fibras nervosas da retina (CFNR), camada de células ganglionares (CCG), camada plexiforme interna (CPI), camada nuclear interna (CNI), camada plexiforme externa (CPE), camada nuclear externa (CNE), membrana limitante externa (MLE), segmentos internos dos fotorreceptores e segmentos externos dos fotorreceptores.

Epitélio Pigmentado da Retina

Essa porção da retina também tem origem neuroectodérmica, porém é originada a partir do folheto externo do cálice óptico. Consiste em uma monocamada de células hexagonais que se estende desde o disco óptico até à ora serrata, onde continua com o epitélio pigmentado anterior da íris.

É importante conhecer as funções realizadas por esse tecido, pois disfunções nessa localidade estão na origem de diversas alterações tanto relacionadas a doenças sistêmicas quanto a afecções que se limitam ao olho humano.

Funções do EPR:

- Absorção da luz;
- Dispersão do calor;
- Fagocitose dos segmentos externos dos fotorreceptores;
- Metabolismo da vitamina A;
- Compõe a barreira hematorretiniana externa;
- Formação da lâmina basal da membrana de Bruch;
- Produção de mucopolissacarídeos importantes no metabolismo dos segmentos externos dos fotorreceptores;
- Produção de fatores de crescimento.

Perceba como o EPR possui importante trabalho na fagocitose contínua dos segmentos externos dos fotorreceptores. Uma digestão incompleta desses produtos culmina com a liberação de materiais como a lipofucsina e fagossomos que originarão as drusas, tipicamente localizadas entre a membrana basal do EPR e a membrana de Bruch.

Essas drusas estão implicadas na degeneração macular relacionada à idade, uma das desordens retinianas mais prevalentes em todo o mundo.

Topografia Retiniana

A retina possui áreas centrais de interesse que são divididas didaticamente em mácula, fóvea, parafóvea e perifóvea. A espessura retiniana varia enormemente ao longo dessas regiões e também na periferia. De maneira geral, consideramos que a retina se torna mais fina do centro para a periferia, porção mais central e extremamente afinada.

A mácula possui em torno de 5mm de diâmetro e corresponde à área entre as arcadas vasculares temporais. Do ponto de vista histológico, foi observado que essa camada possui mais de uma camada de células ganglionares. A presença de pigmentos carotenoides como a luteína e a zeaxantina determinam uma coloração amarelada nessa região.

A fóvea consiste na região central da mácula com 1,5mm de diâmetro. Já a foveola corresponde à região central da fóvea, com cerca de 0,35mm de diâmetro, possuindo depressão central denominada de umbo. Do ponto de vista histológico, é importante conhecer que a camada de fotorreceptores da foveola é formada apenas por cones, sendo sua população altamente concentrada, o que contribui para a alta qualidade de visão de cores da nossa visão.

A fóvea possui uma zona avascular (ZAF) que corresponde à região central e que como o próprio nome diz não possui capilares. Por ocasião desse fato, sua nutrição é de responsabilidade da coriocapilar e descolamentos de retina nessa região proporcionam frequentemente sequelas visuais irreversíveis.

Ora Serrata

A retina se estende no polo posterior do olho humano até alcançar a ora serrata, que separa o EPR da parte plana. Essa estrutura possui uma margem serrilhada em sua porção nasal e algo mais aplanada temporalmente. Trata-se de uma zona de transição entre a circulação anterior e posterior, sendo que nessa região a retina torna-se mais afilada e cística, com fotorreceptores malformados. Nessa localização frequentemente são encontrados processos denteados, buracos atróficos e descolamento do vítreo posterior.

A distância entre o limbo e a ora serrada é de aproximadamente 6mm na região nasal e 7mm temporal, sendo maior em míopes do que em hipermetropes.

Circulação Retiniana

A retina possui uma dupla circulação e esse entendimento é fundamental para a compreensão de uma série de doenças. A retina interna é suprida pela artéria central da retina, enquanto a retina externa é suprida pela coriocalilar.

A artéria central da retina nutre desde a membrana limitante interna até a nuclear interna, enquanto a coriocalilar é responsável pela nutrição da retina entre a plexiforme externa e o EPR. É importante destacar que o sistema de vasos da retina é extremamente eficaz e bem distribuído, especialmente tendo em vista que a retina se trata da estrutura com um alto metabolismo e enorme taxa de consumo de oxigênio por unidade de peso.

Em relação à drenagem venosa, as veias retinianas drenam para a veia central da retina, que por sua vez desemboca na veia oftálmica superior e posteriormente no seio cavernoso. As vorticosas drenam a circulação coroidal, com fluxo para as veias oftálmicas superior e inferior.

O Vítreo

O vítreo consiste em um importante componente do olho humano, ocupando cerca de 3/5 do volume do globo e sendo importante tanto para o metabolismo, quanto para a percepção dos raios luminosos na retina.

Possui volume de cerca de 4,0ml, é transparente, possui pH em torno de 7,5 e índice de refração por volta de 1,334. Podemos dividi-lo em córtex, core vítreo e componente celular. O córtex consiste na porção mais externa, formada pela hialoide anterior, base vítrea e hialoide posterior. Consiste numa região mais fibrilar e rica em proteínas e colágeno.

Já a região central ou core vítreo é mais fluida, possuindo maior quantidade de água e glicosaminoglicanos, com menor quantidade de outros componentes como células e proteínas.

Por fim, temos o componente celular do vítreo, que pode ser resumido pela presença de hialócitos e fibroblastos. Os hialócitos nada mais são do que modificações de fibroblastos que predominam no córtex vítreo e são capazes de recrutar células inflamatórias, além de possuírem lisossomos capazes de realizar fagocitose e produzir glicosaminoglicanos.

Referências

HELENE, O; HELENE, AF. Alguns aspectos da óptica do olho humano. **Rev. Bras. Ensino Fis.** V. 33, n.3, 2011.

KANSKI, JJ; BOWLING, B. **Kanski Oftalmologia clínica.** 8ª edição. Editora Elsevier, 2016.

YANOFF, M; DUKER, JS. **Oftalmologia.** 3ª edição. Editora Elsevier, 2011.

Coleção CBO – **Série Oftalmologia Brasileira.** 4ª edição. Editora Guanabara, 2017.

CAPÍTULO 4

ANATOMIA SANGUÍNEA E SUAS ESPECIFICIDADES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

BLOOD ANATOMY AND ITS SPECIFICITIES: AN INTEGRATIVE REVIEW

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.04>

Submetido em: 14/06/2025

Revisado em: 23/11/2025

Publicado em: 28/12/2025

Ana Beatriz Silva Costa

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de
Enfermagem, Cuité-PB

<http://lattes.cnpq.br/0982844495466621>

Fernando da Silva Lima

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de
Enfermagem, Cuité-PB

<https://lattes.cnpq.br/9837154597786744>

Maria Paloma Dantas Silva

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de
Enfermagem, Cuité-PB

<https://lattes.cnpq.br/9267365573844496>

Carlíane Rebeca Coelho da Silva

Pós-doutorado em Biotecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife-PE

<https://orcid.org/0000-0002-9462-5823>

Igor Luiz Vieira de Lima Santos

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de

Biologia e Química, Cuité-PB

<https://orcid.org/0000-0003-3438-0446>

Resumo

O sangue é um tecido vivo muito estudado devido a sua vasta aplicação na área da saúde. Todos os seus componentes são utilizados para o tratamento de pacientes que apresentam déficit em alguns dos seus hemocomponentes. Desse modo, desde a primeira transfusão sanguínea humana realizada com sucesso, o ato de doar sangue salva muitas vidas por todo o mundo. Com isso, é de extrema relevância conhecer minuciosamente a funcionalidade de cada constituinte sanguíneo e de como esse tecido está diretamente relacionado à saúde e patologias no ser humano. Este trabalho é uma revisão integrativa da literatura, utilizando os descritores obtidos no DeCs (Descritores em Ciências da Saúde): “Sangue”, “Anatomia” e “Fator Rh”. Os trabalhos selecionados estão na linha temporal de 2009 a 2024, além dos idiomas serem a língua portuguesa, inglesa e espanhola. Com base no estudo, foi confirmada a relevância da doação de sangue e de como esse simples ato pode salvar inúmeras vidas todos os dias, além de apresentar a preocupação da equipe de saúde em mobilizar a população e fazer com que ela se sinta engajada em continuar a realizar essa ação. Dessa forma, um cenário crucial é a segurança adequada e metódica do sangue que será transfundido nos indivíduos. Para além da doação, o sangue também é crucial na clínica médica, porque algumas patologias estão relacionadas com ele, por exemplo, a eritroblastose fetal, que afeta mulheres grávidas que possuem o RhD negativo e feto RhD positivo. Portanto, torna-se necessário o estudo e pesquisas cada vez mais aprofundadas sobre esse tecido vivo para que maiores descobertas sejam feitas e ainda mais vidas sejam salvas, assim como novos tratamentos para enfermidades sanguíneas sejam descobertos.

Palavras-Chave: Sangue; Anatomia; Fator Rh.

Abstract

Blood is a living tissue that has been extensively studied due to its wide application in healthcare. All of its components are used to treat patients who have a deficit in some of their blood components. Therefore, since the first successful human blood transfusion, the act of donating blood has saved many lives around the world. Therefore, it is extremely important to know in detail the functionality of each blood constituent and how this tissue is directly related to health and pathologies in humans. This work is an integrative review of the literature, using the descriptors obtained from DeCs (Health Sciences Descriptors): “Blood”, “Anatomy” and “Rh Factor”. The selected works are in the timeline from 2009 to 2024, and the languages are Portuguese, English and Spanish. Based on the study, the relevance of blood donation was confirmed and how this simple act can save countless lives every day, in addition to presenting the health team's concern in mobilizing the population and making them feel engaged in continuing to carry out this action. Thus, a crucial scenario is the adequate and meticulous security of the blood that will be transfused into individuals. In addition to donation, blood is also crucial in clinical medicine, because some pathologies are related to it, for example, fetal erythroblastosis, which affects pregnant women who have RhD negative and RhD positive fetuses. Therefore, it's necessary to study and research this living tissue in greater depth so that greater discoveries can be made and even more lives can be saved, as well as new treatments for blood diseases can be discovered.

Keywords: Blood; Anatomy; Rh factor.

Introdução

O volume de sangue presente no corpo humano de um indivíduo saudável apresenta-se, aproximadamente, em 7% do peso corporal, que em outras medidas de

unidade classifica-se em 5 litros, em uma pessoa com 70kg de peso. Esse tecido vivo está inserido em um compartimento fechado, conhecido bastante na literatura anatômica como aparelho circulatório. Esse mecanismo permite com que o movimento do sangue permaneça regular e unidirecional, em razão das contrações rítmicas de um dos músculos mais significativos do organismo: o coração. (Junqueira; Carneiro, 2017)

O sangue é um tecido conectivo, além de apresentar-se com caráter fluído e ser composto de plasma, parte líquida do sangue, e de elementos figurados: eritrócitos (glóbulos vermelhos), leucócitos (glóbulos brancos) e plaquetas. Juntos, eles compõem 45% do volume sanguíneo. Referente às especificidades de cada célula sanguínea, os eritrócitos possuem a responsabilidade de transportarem e permutarem o oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂). Eles correspondem a 99% de todas as células sanguíneas. Já os leucócitos são subdivididos em granulócitos e agranulócitos, ou seja, aqueles que possuem grânulos ou não visíveis em seu citoplasma. Os agranulócitos ainda são também divididos em linfócitos ou monócitos, enquanto os granulócitos dividem-se em neutrófilos, basófilos e eosinófilos, todas células importantes do Sistema Imunológico. Essas células, geralmente, saem dos vasos sanguíneos, com a finalidade de executarem suas determinadas funções no local agredido. Por fim, as plaquetas detêm o objetivo de coagular o sangue, o que expõe sua grande relevância no caso de lesões de vasos pequenos. (Ross; Pawlina; Barnash, 2012)

Especificando acerca das células que tornam o sangue avermelhado, os eritrócitos (hemácias) são responsáveis por transportar oxigênio e exercem exímio papel no corpo humano. Entretanto, para que essas células não sofram alterações no seu metabolismo, evitando que sua atividade seja prejudicada, é preciso ter uma enzima distribuída por todo o ser humano: glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PD). A sua principal função está exposta na defesa antioxidante, ou seja, evita que a hemácia e outras proteínas celulares sejam oxidadas. Como citado, elas atuam diretamente no metabolismo eritrocitário, que acontece pela defesa já exposta e pela obtenção de energia adquirida através da glicose. (Costa, 2023)

Quanto à sua produção, o sangue é formado nos órgãos hematopoiéticos: medula óssea, baço e linfonodos, ou seja, os seus componentes são desenvolvidos nessas estruturas vitais ao corpo humano. O processo que produz essas células é denominado hemocitopoese, e faz-se contínuo e regulado, além de envolver renovação, proliferação, diferenciação e maturação celular. Esse procedimento classifica-se como contínuo, sendo necessário que ocorra dessa maneira, uma vez que as células do corpo humano possuem

vida curta. Logo, a proliferação mitótica desses componentes é essencial para o equilíbrio homeostático. Os eritrócitos, granulócitos, linfócitos, monócitos e plaquetas são originários das células-tronco da medula óssea vermelha, e ocorre nos respectivos procedimentos: eritropoese, granulocitopoese, linfocitopoese, monocitopoese e megacariocitopoese. Além disso, todas as células sanguíneas são derivadas de um tipo celular da medula óssea específico - célula-tronco pluripotente. Mediante essas células são formadas duas linhagens: a das células linfóides - formando linfócitos - e a das células mieloides, que foram o restante: eritrócitos, granulócitos, monócitos e plaquetas. (Junqueira; Carneiro, 2017)

Referente a esse tecido vivo, faz-se existente um sistema dentro de suas especificidades, denominado o Sistema ABO, que foi descoberto no início do século XX por Karl Landsteiner, e desde então apresenta-se muito relevante para a ciência, em especial, para a medicina clínica transfusional. (Batissoco; Novaretti, 2003) Esse sistema apresenta quatro tipos sanguíneos, ou seja, quatro fenótipos, sendo eles: A, B, AB e 0. Os antígenos A e B, conforme os princípios mendelianos, apresentam-se herdados como dominantes. Essas moléculas são constituídas de proteínas e carboidratos conectados a proteínas e lipídeos. Ademais, também se faz existente os anticorpos, denominados anti-A, presente no tipo sanguíneo B, e anti-B, atuando na classificação A. (Torres-Alarcón *et al.*, 2021)

O sistema AB0 usufrui de inúmeras características que o tornam deveras interessante, inicialmente pelo fato de que é codificado por apenas um gene glicosiltransferase, que recebe o nome de AB0. Essa unidade parece simples, tendo em vista que sua quantidade de éxons encontra-se em 7, assim como a maioria das suas variantes também são relativamente comuns. A seriedade e dificuldade genética encontrada no sistema AB0 apresenta-se identificado na quantidade das variáveis citadas anteriormente, uma vez que compreende mais de 200 alelos AB0, sendo o obstáculo principal encontrado na atribuição do tipo sanguíneo nessa grande quantidade de alelos AB0, que é ainda mais confundido porque o gene AB0 não codifica antígenos do tipo sanguíneo AB0 diretamente, mas o AB0 codifica a enzima glicosiltransferase AB0. Essa enzima, por fim, produz antígenos AB0. Para fins de pesquisa, ou seja, para prever os antígenos do sistema AB0, mediante seus dados genéticos, é necessário conhecimento profundo do espectro dos alelos AB0 e análise e compreensão dos resultados da variação no exercício da glicosiltransferase AB0. A significância clínica que esses alelos expõem

é essencial, pois a transfusão incompatível pode gerar reações transfusionais hemolíticas (HTRs), possibilitando até no risco de vida dos indivíduos envolvidos. (Johnsen, 2015)

O sangue constitui-se como grande componente na questão terapêutica, o que se expõe quando ele se faz um grande atuante na recuperação de pacientes mediante o surgimento dos serviços de transfusões sanguíneas, que se fizeram significativos em grande escala na Primeira e Segunda Guerra Mundial. (Cavalcante; Souza, 2024) Essa prática é reconhecida por auxiliar na saúde dos pacientes em seus diversos cenários, como tratamentos clínicos, transplantes, quimioterapias e cirurgias. Além disso, é importante que essa administração seja feita da forma mais segura e correta possível, tendo em vista que casos em que a transfusão do tipo sanguíneo errada tem mais chances de acontecer do que o paciente ter complicações clínicas referentes a possíveis infecções em razão dessa ação. (Rambo; Magnato, 2023)

Dessa maneira, faz-se importante estudar a Anatomia Sanguínea e analisar suas mais diversas características, a fim de compreender como ela funciona e se apresenta, além de interpretar informações que possam ser pertinentes frente a pesquisas científicas. Por conseguinte, o presente trabalho possui como objetivo expor as características desse importante tecido vivo e como ele possui relações com diversas doenças.

Metodologia

Esta pesquisa consiste em uma revisão integrativa da literatura, que possui como objetivo realizar um levantamento de informações bibliográficas acerca da anatomia sanguínea, apresentando suas características gerais e específicas, além das doenças relacionadas aos tipos sanguíneos. Para fins de análise, será efetuada uma síntese dos resultados e expostos os entendimentos atualizados sobre o tema.

Referente a maneira metodológica, o presente estudo utilizou cinco etapas: 1) construção da questão da pesquisa; 2) procura na literatura; 3) indicação dos trabalhos elegíveis; 4) investigação crítica das produções selecionadas; 5) apresentação dos resultados. (Crosseti, 2012)

A pergunta norteadora apresenta-se da seguinte forma: quais são os componentes que fazem parte da anatomia sanguínea e qual a importância do seu estudo?

Logo após, a procura na literatura científica fez-se realizada, em que foram escolhidas as bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), PubMed e Scientific Electronic Library Online (SciELO) e livros. As palavras-chave usufruídas nessa pesquisa nos determinados sites foram obtidas nos

Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e são as seguintes: “Sangue”, “Anatomia” e “Fator Rh”, em que se escolheu as produções disponíveis no formato online nos idiomas: português, inglês e espanhol. Além disso, o operador booleano “AND” foi usufruído para efetuar o pareamento, de maneira que se sucedeu o cruzamento dos termos: “Sangue” AND “Anatomia”; “Sangue” AND “Fator Rh”; “Anatomia” AND “Fator Rh” e os três simultaneamente. Em relação a seleção dos estudos utilizados nesta análise, os critérios usados foram: artigos originais, relatos de experiência, revisões da literatura e livros, escritos em português, inglês ou espanhol.

Logo, a seleção das pesquisas primeiramente aconteceu a partir da leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados, além da procura acerca do assunto em livros, conforme os critérios apresentados acima. Após observação e análise minuciosa, foram escolhidos 35 trabalhos mais coerentes e interessantes para este estudo. Logo após, foram excluídos 25 artigos, pois não tinham importância ativa no estudo.

Resultados

Mediante análise, pesquisa e estudo, foram selecionados 10 artigos para a leitura minuciosa e composição final deste trabalho, de 2009 a 2024, e excluídos 25. Os trabalhos selecionados são na língua portuguesa, língua inglesa e língua espanhola. Após procura e estudo foi constatado que determinados artigos constavam com a proposta do tema, assim como contribuem fortemente na construção coerente, coesa e organizada desta produção, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da busca nas bases de dados e escolha dos artigos notáveis

Base de dados	Número de artigos encontrados	Artigos aceitos após avaliação de critérios
<i>LILACS</i>	699	25
<i>PUBMED</i>	8	0
<i>SCIELO</i>	19	10

Fonte: Autores (2024)

Além disso, por meio de análise minuciosa e criteriosa, conforme as condições expostas anteriormente, foi realizada uma nova eliminação para fins de tornar esta produção mais objetiva de acordo com a proposta apresentada. A Tabela 2 quantifica os artigos excluídos de cada base de dados, assim como os estudos escolhidos destinados à análise aprofundada.

Tabela 2. Resultado da análise dos artigos selecionados e apuração de artigos meritórios para o presente trabalho.

Base de dados	Artigos aceitos após leitura de título e resumo	Artigos aceitos após leitura completa e minuciosa
<i>LILACS</i>	25	3
<i>PUBMED</i>	0	0
<i>SCIELO</i>	10	7

Fonte: Autores (2024)

Com a realização da leitura e estudo dos trabalhos selecionados, foi elaborada a Tabela 3, expondo Título, Autor/Base de dados, Periódico/ ano, Objetivo, Tipo de estudo/nível de evidência e Síntese dos resultados.

Tabela 3. Artigos relacionados à atuação das aulas práticas de anatomia frente ao aprendizado em fisiopatologia e exames físicos. Cuité, Paraíba, Brasil, 2024.

Título	Autor/Bas e de dados	Periódico/ ano	Objetivo	Tipo de estudo/ nível de evidência	Síntese dos resultados
Enfermedad hemolítica perinatal: manejo de la embarazada RhD negativo.	Alvaro Insunza F., Ernesto Behnke G., Jorge Carrillo T/ SciELO	Revista chilena de obstetricia y ginecología/2011	Apresentar a doença hemolítica perinatal e a sua história, técnicas de prevenção, diagnóstico, manejo e tratamento da doença.	Estudo exploratório, descritivo, de abordagem qualitativa/ V	O estudo aponta que a doença hemolítica do recém-nascido, em razão da isoimunização RhD, reduziu bastante. Entretanto, sempre permanecerá um paradigma da perinatologia, já que há 50 anos a mortalidade por essa doença era

						de 50% entre mulheres grávidas sensibilizadas, sendo um dado já melhorado, já que atualmente é possível oferecer sobrevivência de até 80% no pior cenário.
Doadores de sangue de primeira vez e comportamento de retorno no hemocentro público do Recife.	Araújo, FMR; Feliciano, KVO; Mendes, MFM; Figueiroa, JN/ SciELO	Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia/ 2010	Analisar o perfil dos doadores de sangue conforme o período da primeira doação e comportamento de retorno no hemocentro público do Recife.	Estudo descritivo, de abordagem quantitativa/ V		O estudo expõe que mesmo com as dificuldades presentes frente ao abastecimento efetivo de sangue nos hemocentros, o perfil de doadores analisado está retornando para realizar tal ação, sendo fundamental concentrar a atenção neste grupo potencialmente mais receptivo para elevar o recrutamento.
Grupos sanguíneos e lúpus eritematoso crônico discoide.	Tamega, AA; Pereira, FP; Bezerra, LVGP; Miot, HA/ SciELO	Anais Brasileiros de Dermatologia/ 2009	Investigar a associação entre tipos sanguíneos (ABO e Rh) e lúpus eritematoso discoide.	Estudo transversal, de abordagem quantitativa/ V		O estudo apresenta que grupos sanguíneos de pacientes com lúpus eritematoso crônico discoide, em suas formas clínicas disseminadas, foram mais prevalentes entre os indivíduos do grupo A, possibilitando um indicador prognóstico da doença.
Procedencia y fenotipo del sistema Rh en donantes negativos en un Hemocentro colombiano.	Rubio, SGC; Merchán, MA; Torres, MF; Baéz,	Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia/ 2019	Determinar a frequência dos antígenos C, c, E e e do sistema Rh, em doadores de sangue Rh	Estudo descritivo de corte transversal/V		Este estudo expõe a relevância imunológica dos antígenos do sistema Rh, referentes ao

	PA/ SciELO		negativo do Hemocentro Centro Oriente Colombiano.		desenvolvimento da anemia hemolítica pós-transfusional e perinatal. Ademais, a fenotipagem ampliada oferece maior segurança transfusional e monitoramento do estado do feto ou neonato, sendo uma estratégia para diminuir os casos de aloimunização.
Serologic strategy in detecting RHD altered alleles in Brazilian blood donors.	Person, RDM; Arnoni, CP; Muniz, JG; Vendrame, TAP; Latini, FRM; Cortez, AJP; Jr, JP; Castilho, LM/ SciELO	Hematology, Transfusion and Cell Therapy/ 2020	Propor estratégia sorológica mais apropriada na detecção do maior número de variantes D em doadores de sangue mediante avaliação de diferentes abordagens tecnológicas e clones anti-D.	Estudo experimental / V	Este estudo possibilitou contrastar e afirmar a capacidade e as limitações de distintas abordagens tecnológicas e reagentes na identificação das variantes D mais recorrentes em uma população com elevada taxa de miscigenação, sendo mais específico, em indivíduos com expressão D fragilizada.
Frequências fenotípicas dos sistemas de grupos sanguíneos ABO, Rh e Kell em doadores de sangue da região metropolitana de Belém-PA.	Monteiro, LA; Carvalho, FRRC; Vilhena, RS; Carvalho, MG; Macêdo, JMO; Amaral, CEM./ LILACS	Revista Brasileira de Análises Clínicas/ 2020	Estudar as frequências dos principais antígenos dos sistemas de grupos sanguíneos: ABO, Rh, Kell.	Estudo retrospectivo, transversal e descritivo/ V	Esta pesquisa permitiu encontrar a frequência acentuada do tipo sanguíneo O (62,6%) e do antígeno RhD (85,5%) como principais características da população analisada. Logo, a predominância do tipo O positivo e a identificação de fenótipos raros na população de Belém (dCcEe,

						DCCEE, k-K+) foi afirmada.
Análise do perfil de Rh e Kell em doadores de sangue em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.	Siqueira, VD; Both, FL; Jacociunas, LV/ LILACS	Clinical and Biomedical Research/ 2024	Avaliar a frequência do sistema Rh e antígeno do sistema Kell em doadores de sangue de Porto Alegre – Rio Grande do Sul no período de janeiro de 2018 até dezembro de 2019.	Estudo quantitativo, transversal e retrospectivo / V	Este trabalho demonstra como os serviços da hemoterapia funcionam para o fornecimento de sangue e derivados e a importância da imunohematologia na análise correta das amostras que irão ser infundidas nos pacientes para que não ocorra a aloimunização. No entanto, ainda há casos que essa imunização acontece. Desse modo, estão relacionados diretamente aos sistema RH e antígeno do sistema Kell, que podem causar reação transfusional hemolítica, destruição de eritrócitos autólogos, destruição de eritrócitos fetais, entre outros.	
Transfusões sanguíneas realizadas em um hospital do sul de Santa Catarina: características dos pacientes e reações transfusionais relacionadas.	Medeiros, AN; Iser, BPM; Goelzer, R; Baldessar, MZ/ LILACS	Revista da AMRIGS/ 2022	Mensurar as transfusões de hemoderivados realizadas no Hospital Nossa Senhora da Conceição de Tubarão/SC e caracterizar o perfil dos pacientes transfundidos e reações adversas relacionadas ao procedimento.	Estudo transversal/ V	Esta pesquisa expõe as características dos pacientes que receberam transfusões sanguíneas e os efeitos adversos, demonstra também que o tipo sanguíneo protagonista é o O . É percebida uma prevalência do sexo masculino nas transfusões, mas relata que está	

						relacionado com a amostra que foi usada para o estudo. Assim, o hemocomponente e mais utilizado foi o concentrado de hemácias. Ademais, relaciona o baixo número de reações adversas ao maior controle e segurança da hemoterapia, pois não realizam transfusões de sangue total.
Análise das Práticas Assistenciais Para Prevenção das Infecções Primárias da Corrente Sanguínea.	Araújo, CLFP; Santos, AMD; Meira, LMR; Cavalcante, EFO/ SciELO	Ciência, Cuidado e Saúde/ 2024	e	Analisar as práticas assistenciais no uso do cateter venoso central para a prevenção das Infecções Primárias da Corrente Sanguínea em uma Unidade de Terapia Intensiva.	Estudo transversal/ V	O estudo apresenta que as infecções primárias da corrente sanguínea possuem relação direta com a utilização de dispositivos invasivos interligados com a má higienização das mãos (HM) e déficit na aplicação da técnica. Assim, essas infecções facilmente evitáveis são responsáveis por taxa de mortalidade até 40% no Brasil. Apesar da importância da HM ser construída ao decorrer do curso de saúde, os dados de infecção demonstrados pela higienização incorreta são preocupantes.

Genotipificación del gen RHD en ADN fetal libre en plasma de embarazadas RhD negativo.	Núñez, M.A.A; Pontigo, F.G; Peñailillo, S.F; Pavez, C.V; Díaz, E.S; Cifuentes, A,C; Tapia, I.R./ SciELO.	Revista Chilena de Obstetriciay Ginecología/ 2023.	Determinar o grupo RhD fetal mediante o estudo do gene RHD no DNA fetal encontrado livre no plasma de gestantes RhD negativas.	Estudo experimental / V	Neste estudo foi implementado e validado um método molecular para detectar o gene RHD em ADNfl no plasma materno. Isto expôs uma sensibilidade, especificidade e alguns valores preditivos positivos e negativos adequados para serem usufruídos como um exame de diagnóstico. Este conhecimento permite dominar o grupo RhD fetal sem a necessidade de obter sangue fetal mediante um método invasivo.
--	--	--	--	-------------------------	---

Fonte: Autores (2024)

Discussões

Diante da análise dos estudos, foi perceptível que o sangue, exibindo todas as características já citadas anteriormente, faz-se um grande influenciador da saúde da sociedade. Essa menção é afirmada quando esse tecido participa tanto no ato de salvar vidas quanto no cenário que envolve o adoecimento de pessoas.

Referente à promoção da vida, é importante discutir acerca da doação sanguínea. Esse ato é responsável por salvar inúmeras vidas daqueles que passam por um momento difícil, como acidentes. Conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS), o número mais apropriado de doações de sangue para um país deveria estar entre 3% e 5% da população, uma porcentagem já alcançada nos países do continente europeu. O que preocupa os hemocentros é o não retorno para realizar novamente as doações, já que eles sempre precisam estar reabastecidos em razão, infelizmente, do quão recorrentes são utilizadas. (Araújo et al., 2010).

Para a realização deste ato de tamanha importância, é necessário existir imunocompatibilidade entre os mesmos. Logo, é nesta sentença que faz-se comprovada

a significância de manter os hemocentros sempre com uma variedade de tipos sanguíneos, tendo em vista o quanto são necessários concentrado de hemácias, concentrado de plaquetas, eritrócitos pobres em leucócitos, concentrado de plaquetas por aférese, concentrado de granulócitos, plasma normal ou comum, crioprecipitado e plasma fresco congelado de distintos grupos sanguíneos. De acordo com esse fato, percebe-se que a segurança é uma questão essencial para que a administração correta da utilização do sangue coletado, ou seja, das possíveis transfusões seja realizada da maneira mais correta para cada paciente. Assim, os serviços de hemovigilância assumem seu papel na identificação das reações transfusionais referentes à transfusão ou doação de sangue, além de as analisar e controlar, com o principal objetivo de evitar morbidades para a sociedade. (Medeiros *et al.*, 2022)

O sangue, além de ser um fator importante quando se trata de salvar vidas, também é um componente que detém muita influência na obtenção de enfermidades. Um exemplo bastante interessante é no lúpus eritematoso crônico discóide, pois, conforme estudos, constatou-se que o grupo A está ligado às formas disseminadas da doença, além de o Rh positivo está associado ao início mais tardio da doença, segundo análise multivariada. O antígeno A é expresso tanto nas hemácias quanto na superfície das células nucleadas dos tecidos. Além disso, as isoaglutininas produzidas como expressões proteicas de membrana celular pelos pacientes portadores do grupo A podem justificar padrões fenotípicos que estão relacionados às formas mais urgentes do lúpus eritematoso crônico discóide. (Tamega *et al.*, 2009)

Um ponto bastante interessante encontra-se também na existência de sequências de DNA fetal livre (ADNfl) no plasma de mulheres grávidas em quantidades mais altas do que poderia existir nas células fetais. Esse DNA é liberado durante o parto da placenta para a circulação da mãe à medida que os citotrofblastos e sinciotrofblastos são sujeitos a ciclos de fusão e apoptose. (Núñez *et al.*, 2023) Dentre a maioria das doenças que possuem o sangue e seus grupos sanguíneos as influenciando, a doença hemolítica perinatal (DPH) é a mais conhecida e discutida. Essa enfermidade decorre da incompatibilidade sanguínea materno-fetal e pode afetar o feto e o recém-nascido em distintos níveis. A incompatibilidade citada decorre da presença de um ou mais antígenos na hemácia fetal que a mãe não detém, o que pode resultar em uma resposta materna contra esses antígenos mediada por imunoglobulinas. Dentre os distintos antígenos dos eritrócitos fetais que conseguem desencadear a resposta imunológica da mãe e gerar essa doença, o mais relevante faz-se o antígeno D do sistema Rh. São existentes alguns

quadros para que a DPH se desenvolva: a mãe deve desenvolver uma resposta imunitária contra o antígeno presente nas hemácias fetais; o anticorpo materno deve conseguir atravessar a barreira placentária e chegar na circulação fetal; o anticorpo materno deve ser específico para o antígeno fetal; o eritrócito fetal deve possuir o antígeno; o anticorpo é uma gamaglobulina que quando está ligada ao antígeno da hemácia fetal, pode resultar em sua aglutinação e consecutiva hemólise. (Insunza; Behnke; Carrillo, 2011)

A pesquisa do ADNfl dos genes fetais RHD e SRY (fator determinante do testículo) presentes no plasma de gestantes que são RhD negativo apresenta-se um exame pré-natal não invasivo. Ele impede a administração de Ig anti-D em mulheres grávidas com o feto RhD negativo, proporcionando melhor atendimento ao grupo de gestantes, o que reduz e previne o risco infeccioso da vacina, gerando bem-estar aos pais e à equipe médica que atende a gestante. Da mesma maneira, a análise confirma o risco de eritroblastose fetal em mulheres grávidas com feto RhD positivo, o que as permite estarem preparadas em cenários que sejam necessários procedimentos mais invasivos, como transfusões intrauterinas ou exsanguineotransfusão, sendo muito relevantes em mulheres aloimunizadas. Por fim, a administração de imunoprofilaxia anti-D é somente realizada em pacientes que a necessitam. Isso se deve ao fato de que deve-se contribuir para melhor manejo do estoque cada vez mais reduzido de Ig anti-D. (Núñez et al., 2023)

Contribuições para a área

Essa pesquisa possui importância para a área da saúde, em razão de que as características que o sangue detém auxiliam muito no entendimento de como o corpo humano trabalha, além de ter uma relação direta com algumas doenças que afligem a população brasileira.

Referente a graduação dos profissionais, disciplinas como Anatomia Humana, Fisiologia Humana, Biofísica e Histologia trabalham de forma complementar uma a outra referente ao tecido sanguíneo, pois nessas disciplinas são estudados os locais por onde o sangue passa, como ocorre esse transporte e sua distribuição, os efeitos que ele realiza ao efetuar esses atos, e, por fim, como é a sua composição. Essas informações são significativas, pois para qualquer profissional de saúde cuidar de um indivíduo, é necessário entender como o seu corpo funciona. Contudo, não somente isso, a importância voltada ao estudo da anatomia sanguínea também se deve ao fato de que muitos componentes são transportados pelo sangue, seja oxigênio, nutrientes ou até mesmo parasitas.

Além disso, também é importante ressaltar como o sangue detém influência em determinadas doenças, como foi discutida, a doença hemolítica do recém-nascido, e como os profissionais de saúde precisam estar preparados para prevenir, promover e cuidar dos pacientes que se encontram diante desse cenário. Em adição, o entendimento de processos em cascata responsáveis pela formação de trombos, responsáveis pela isquemia na região que seria irrigada pelo sangue, facilita a compreensão de como um determinado órgão pode perder a sua funcionalidade plena na ausência do suprimento nutricional que o sangue transporta, ou, seja, o oxigênio. Assim, conhecer mais acerca das doenças que possuem essa relação proporciona autonomia e engrandece mais os profissionais, como enfermeiros, fisioterapeutas, farmacêuticos e médicos, uma vez que lhes permite identificar formas de evitar com que a doença seja desenvolvida, mas também auxilia no ato de instigar a população a desenvolver a ciência mediante a produção de resumos e artigos.

Por fim, a significância direcionada à segurança do profissional quanto ao manejo sanguíneo é essencial para um trabalho efetivo e correto, pois erros, mesmo que sejam pequenos, podem desencadear em grandes problemas, os quais podem levar a má interpretação laboratorial de exames devido à contaminação dos elementos sanguíneos durante o manejo. Podem ser citados, também, nessa perspectiva os acidentes de contato com perfurocortantes contaminados com esse fluido, o qual, na medida em que não há conhecimento dos elementos nocivos que este sangue pode apresentar, induz o profissional a um longo período de tratamento contra possíveis doenças que podem estar presentes neste sangue. Por isso, é importante que os profissionais de saúde sempre priorizem a biossegurança, garantindo tanto o seu bem-estar quanto o do seu paciente.

Considerações Finais

Portanto, é evidente que o conhecimento científico acerca da anatomia sanguínea e das suas propriedades se apresenta tão relevante para a área da saúde como um todo, dado que esse tecido possui relevância ao salvar vidas, mas também pode às prejudicar se manejada da maneira incorreta, o que é muito discutido na literatura atual, para fins de solucionar possíveis problemas que podem acontecer. Ademais, como foi analisado, o sangue detém influência em muitas doenças que afetam a sociedade, mas existem soluções para que as enfermidades sejam solucionadas, por exemplo, na doença hemolítica do recém-nascido, em que a mãe pode receber uma injeção de Ig anti-D. Por conseguinte, o presente trabalho conseguiu reunir relevantes informações para a melhora

da compreensão dos profissionais de saúde de como é composto, de como funciona e de como agir frente a um componente tão importante para o corpo humano.

Referências

- ARAÚJO, C. L. F. P. et al. Análise das práticas assistenciais para prevenção das infecções primárias da corrente sanguínea. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 20, e56251, 24 nov. 2021. Disponível em: <https://www.revenf.bvs.br/pdf/ccs/v20/1677-3861-ccs-20-e56251.pdf>. Acesso em: 07 out. 2024.
- ARAÚJO, F. M. R. DE et al. Doadores de sangue de primeira vez e comportamento de retorno no hemocentro público do Recife. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, n. 5, p. 384–390, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbhh/a/Fj8CjmCDsbTGmwJmPz6pfHL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2024.
- BATISSOCO, A. C.; NOVARETTI, M. C. Z. Aspectos moleculares do Sistema Sanguíneo ABO. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 25, n. 1, p. 1-12, mar. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbhh/a/Kr7Gxk6j9Mbw7Bgv9kBbxhM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2024.
- CAVALCANTE, L.L.R; SOUZA, M.K.B. Limites e potencialidades para as ações de controle sanitário em serviços hemoterápicos. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 34, e34065, p. 1-20, 1 jan. 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/physis/a/DfZc6PXFt596XnKwjF8X8SF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 set. 2024.
- COSTA, T. R. M, DA (ed.). Estudos do sangue e seus derivados. [S.l.]: **Neurus**, 2023. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 01 set. 2024.
- CROSSETTI, M.G.O. Revisão integrativa de pesquisa na enfermagem o rigor científico que lhe é exigido [editorial]. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 33, n. 2, p. 8-9, jun. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rgenf/a/9TrSVHTDtDGhcP5pLvGnt5n/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2024.
- INSUNZA F, A.; BEHNKE G, E.; CARRILLO T, J. Enfermedad hemolítica perinatal: manejo de la embarazada RhD negativo. **Revista chilena de obstetricia y ginecología**, v. 76, n. 3, p. 188–206, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.cl/pdf/rchog/v76n3/art10.pdf>. Acesso em: 06 out. 2024.
- JOHNSEN, J. M. Using red blood cell genomics in transfusion medicine. **Hematology**, v. 2015, n. 1, p. 168–176, 5 dez. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26637717/>. Acesso em: 01 set. 2024.
- JUNQUEIRA, L. C. U; CARNEIRO, J. Histologia Básica: Texto e Atlas. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2017.

MEDEIROS, A. N. et al. Transfusões sanguíneas realizadas em um hospital do sul de Santa Catarina: características dos pacientes e reações transfusionais relacionadas. **Revista AMRIGS**, Rio Grande do Sul, p. 01022105–01022105, 2022. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/03/1424964/32_1827_revista-amrigs.pdf. Acesso em: 06 out. 2024.

MONTEIRO, L. A. et al. Frequências fenotípicas dos sistemas de grupos sanguíneos ABO, Rh e Kell em doadores de sangue da região metropolitana de Belém-PA. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 52, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/artigos/frequencias-fenotipicas-dos-sistemas-de-grupos-sanguineos-abo-rh-e-kell-em-doadores-de-sangue-da-regiao-metropolitana-de-belem-pa/>. Acesso em: 06 out. 2024.

NÚÑEZ-AHUMADA, M. A. et al. Genotipificación del gen RHD en AD N fetal libre en plasma de embarazadas RhD negativo. **Revista chilena de obstetricia y ginecología**, v. 88, n. 3, 27 jun. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.cl/pdf/rchog/v88n3/0048-766X-rechog-88-3-138.pdf>. Acesso em: 07 out. 2024.

PERSON, R.D.M. et al. Serologic strategy in detecting RHD altered alleles in Brazilian blood donors. **Hematology, Transfusion and Cell Therapy**, v. 42, n. 4, p. 365–372, 1 out. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/htct/a/qF4F3nGbyyd6ZKN3Lfc4K7R/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 06 out. 2024.

RAMBO, C.A.M; MAGNAGO, T.S.B.S. CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE CHECKLIST PARA SEGURANÇA DO PACIENTE NO ATO TRANSFUSIONAL. **Texto & contexto enfermagem**, v. 32, e20230123, 1 jan. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/FTLb8HcykjLT6RCQrgB7SRv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2024.

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

RUBIO, S.G.C. et al. Procedencia y fenotipo del sistema Rh en donantes negativos en un Hemocentro colombiano. **Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia**, v. 35, n. 4, p. 1-10, 5 dez. 2019. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v35n4/1561-2996-hih-35-04-e986.pdf>. Acesso em: 06 out. 2024.

SIQUEIRA, V. D.; BOTH, F. L.; JACOCIUNAS, L. V. Análise do perfil de Rh e Kell em doadores de sangue em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Clinical & Biomedical Research**, v. 42, n. 1, p. 1-43, 10 maio 2022. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/110224/84841>. Acesso em: 06 out. 2024.

TAMEGA, A. DE A. et al. Grupos sanguíneos e lúpus eritematoso crônico discoide. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 84, n. 5, p. 477–481, out. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/9vfwyLtcMvf8N9ygZzHmDNF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2024.

TORRES-ALARCÓN, C. G. et al. Antígenos del sistema sanguíneo ABO como factor de riesgo para la gravedad de la infección por SARS-CoV-2. **Gaceta de México**, v. 157, n. 2, p. 1-7, 25 fev. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/gmm/v157n2/0016-3813-gmm-157-2-181.pdf>. Acesso em: 07 out. 2024.

CAPÍTULO 5

ANATOMIA FUNCIONAL DO SISTEMA RESPIRATÓRIO: FUNDAMENTOS MORFOFUNCIONAIS E IMPLICAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

FUNCTIONAL ANATOMY OF THE RESPIRATORY SYSTEM: MORPHOFUNCTIONAL FUNDAMENTALS AND IMPLICATIONS FOR PHYSICAL THERAPY ASSESSMENT AND INTERVENTION

DOI: <https://doi.org/10.56001/22.9786500495812.05>

Submetido em: 15/07/2026

Revisado em: 31/07/2026

Publicado em: 03/08/2026

Maria Eduarda Beckman Miranda

Graduanda em Fisioterapia pela Faculdade Faci Wyden (FACI). Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0004-5301-4868>

Luciene Pinho Cordeiro

Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Paulista (UNIP). Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0006-3463-3756>

Ellen Cristina Nery Cardoso

Graduanda em Fisioterapia pela Faculdade Faci Wyden (FACI). Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0007-1929-3287>

Marina de Farias Anacleto⁴

Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

João Pessoa, PB, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0003-5255-1816>

Karla Priscila de Souza Lobato

Graduanda em Fisioterapia pela Faculdade Faci Wyden (FACI). Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0005-9372-5952>

Adriano Filipe Barreto Grangeiro

Bacharel em Fisioterapia e Licenciatura em Educação Física pela Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). Tocantinópolis, TO, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-0199-7071>

Ághata Camila Freitas de Souza

Graduanda em Fisioterapia pelo Centro Universitário Estácio. Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0000-4805-3177>

Paulo Andrey de Souza Rego

Graduando em Fisioterapia pela Faculdade Faci Wyden (FACI). Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0004-6649-1348>

Murillo Marinho Costa

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário de Patos (UNIFIP).

Patos, PB, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0003-2276-9363>

Alexandre dos Santos Rodrigues

Graduando em Fisioterapia pela Universidade da Amazônia (UNAMA).

Belém, PA, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0005-0746-3301>

Resumo

A anatomia funcional do sistema respiratório constitui a base para a compreensão dos mecanismos que regulam a ventilação pulmonar e orientam a avaliação e a intervenção fisioterapêutica. Este capítulo teve como objetivo revisar os principais aspectos morfofuncionais do sistema respiratório e discutir suas implicações para a prática fisioterapêutica, fundamentando-se em evidências científicas recentes. Trata-se de uma revisão narrativa, de caráter descritivo, elaborada a partir de buscas nas bases de dados PubMed/MEDLINE, SciELO e Google Scholar, incluindo estudos publicados entre 2020 e 2026, nos idiomas português e inglês, além de livros clássicos de Anatomia Humana e Anatomia Funcional. Foram abordadas a organização anatômica das vias aéreas superiores e inferiores, pulmões, pleuras, caixa torácica e diafragma, correlacionando essas estruturas com os princípios da biomecânica respiratória, da ventilação pulmonar e das trocas gasosas. Também foram discutidos os principais métodos de avaliação fisioterapêutica, incluindo exame físico, espirometria, oscilometria de impulso, manovacuometria, ultrassonografia diafragmática e monitorização da mecânica pulmonar, bem como intervenções baseadas em evidências, como treinamento muscular inspiratório, técnicas de expansão pulmonar, higiene brônquica, mobilização precoce, reabilitação pulmonar e manejo da ventilação mecânica. As evidências demonstram que a integração entre conhecimentos anatômicos, avaliação funcional e condutas fisioterapêuticas individualizadas contribui para a prevenção de complicações respiratórias, melhora da função pulmonar e otimização dos desfechos clínicos em diferentes contextos assistenciais.

Palavras-chave: Anatomia; Sistema Respiratório; Fisioterapia Respiratória; Reabilitação; Diafragma.

Abstract

The functional anatomy of the respiratory system forms the basis for understanding the mechanisms that regulate pulmonary ventilation and guide physical therapy assessment and intervention. The objective of this chapter was to review the main morphofunctional aspects of the respiratory system and discuss their implications for physical therapy practice, based on recent scientific evidence. This is a descriptive narrative review based on searches of the PubMed/MEDLINE, SciELO, and Google Scholar databases, including studies published between 2020 and 2026 in Portuguese and English, as well as classic textbooks on Human Anatomy and Functional Anatomy. The review addressed the anatomical organization of the upper and lower airways, lungs, pleura, thoracic cage, and diaphragm, correlating these structures with the principles of respiratory biomechanics, pulmonary ventilation, and gas exchange. The main methods of physical therapy assessment were also discussed, including physical examination, spirometry, impulse oscillometry, manovacuometry, diaphragmatic ultrasonography, and pulmonary mechanics monitoring, as well as evidence-based interventions such as inspiratory muscle training, lung expansion techniques, bronchial hygiene, early mobilization, pulmonary rehabilitation, and mechanical ventilation management. Evidence shows that the integration of anatomical knowledge, functional assessment, and individualized physical therapy interventions contributes to the prevention of respiratory complications, improved lung function, and optimized clinical outcomes in various healthcare settings.

Keywords: Anatomy; Respiratory System; Respiratory Physiotherapy; Rehabilitation; Diaphragm.

Introdução

O sistema respiratório desempenha papel fundamental na manutenção da homeostase, sendo responsável pelas trocas gasosas que garantem o fornecimento de oxigênio aos tecidos e a eliminação do dióxido de carbono. Além dessa função, participa da regulação do equilíbrio ácido-base, da fonação, da olfação e dos mecanismos de defesa do organismo, constituindo um sistema cuja eficiência depende da integração entre estruturas anatômicas, propriedades biomecânicas e mecanismos neurofisiológicos (Standring, 2021; Moore; Dalley; Agur, 2023).

Na fisioterapia, o conhecimento da anatomia funcional do sistema respiratório é indispensável para compreender como alterações estruturais interferem na ventilação, na mecânica pulmonar e na capacidade funcional dos indivíduos. Essa compreensão subsidia a avaliação fisioterapêutica e a seleção de intervenções baseadas em evidências científicas (Paulsen; Waschke, 2023; Netter, 2023).

Os avanços nos métodos de avaliação respiratória, como espirometria, manovacuometria, ultrassonografia diafragmática e monitorização da mecânica pulmonar, possibilitaram uma análise mais precisa da função respiratória, favorecendo o diagnóstico precoce e o acompanhamento clínico. Além disso, estratégias terapêuticas como treinamento muscular inspiratório, reabilitação pulmonar, mobilização precoce e ventilação mecânica individualizada têm demonstrado benefícios na preservação da função respiratória e na recuperação funcional dos pacientes (Menezes Júnior et al., 2020; Castilho et al., 2024; Ribeiro Filho et al., 2025; Hegazy et al., 2021; Huang et al., 2022; Qin; Wan, 2022).

Diante da elevada prevalência das doenças respiratórias e de seu impacto na morbimortalidade, a fisioterapia respiratória consolidou-se como componente essencial da assistência em saúde. Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo revisar a anatomia funcional do sistema respiratório, correlacionando seus aspectos morfológicos e fisiológicos com a avaliação e a atuação fisioterapêutica fundamentada em evidências científicas.

Metodologia

Este capítulo foi elaborado por meio de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo, com o objetivo de reunir conhecimentos clássicos e evidências científicas atuais sobre a anatomia funcional do sistema respiratório e sua aplicação na prática fisioterapêutica.

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de junho e julho de 2026 nas bases de dados PubMed/MEDLINE, SciELO e Google Scholar, utilizando os descritores "Anatomia" (Anatomy), "Sistema Respiratório" (Respiratory System), "Fisioterapia Respiratória" (Respiratory Physiotherapy), "Reabilitação" (Rehabilitation) e "Diafragma" (Diaphragm), combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos estudos publicados entre 2020 e 2026, nos idiomas português e inglês, disponíveis na íntegra e relacionados aos aspectos anatômicos, biomecânicos, fisiológicos, métodos de avaliação e intervenções fisioterapêuticas do sistema respiratório. Também foram utilizados quatro livros clássicos de anatomia humana como fundamentação teórica.

Após a leitura dos títulos, resumos e textos completos, foram selecionados 16 estudos científicos com maior relevância metodológica e aplicabilidade clínica. As evidências foram organizadas de forma temática e integradas ao conhecimento anatômico clássico, proporcionando uma abordagem atualizada e direcionada à prática fisioterapêutica.

Anatomia Funcional do Sistema Respiratório

• Vias aéreas superiores e inferiores

O sistema respiratório é dividido em vias aéreas superiores e inferiores, estruturas que atuam de forma integrada na condução, condicionamento e distribuição do ar até a região de trocas gasosas. Seu funcionamento depende da continuidade anatômica entre os

diferentes segmentos, sendo essencial para a ventilação pulmonar e os mecanismos de defesa do trato respiratório (Standring, 2021; Paulsen; Waschke, 2023).

As vias aéreas superiores compreendem o nariz, cavidade nasal, seios paranasais, faringe e laringe, responsáveis pelo aquecimento, umidificação e filtração do ar inspirado. A mucosa respiratória, revestida por epitélio ciliado e células caliciformes, promove a depuração mucociliar, contribuindo para a remoção de partículas e microrganismos. As conchas nasais aumentam a superfície de contato com o ar, enquanto a laringe protege as vias respiratórias inferiores durante a deglutição e participa da fonação (Moore; Dalley; Agur, 2023; Netter, 2023).

As vias aéreas inferiores iniciam-se na traqueia, que se bifurca em brônquios principais, os quais se ramificam em brônquios, bronquíolos e alvéolos. O brônquio direito, por apresentar maior calibre e trajeto mais vertical, é o local mais frequente de aspiração de corpos estranhos. Nos bronquíolos, a ausência de cartilagem e o predomínio de musculatura lisa tornam essas estruturas mais suscetíveis à broncoconstrição e ao aumento da resistência ao fluxo aéreo (Moore; Dalley; Agur, 2023; Paulsen; Waschke, 2023).

Os alvéolos representam a unidade funcional dos pulmões, sendo formados por pneumócitos tipo I, responsáveis pelas trocas gasosas, e pneumócitos tipo II, produtores de surfactante pulmonar. Associados à extensa rede capilar, esses elementos garantem elevada eficiência na difusão de oxigênio e dióxido de carbono (Standring, 2021; Netter, 2023).

Estudos recentes demonstram que alterações estruturais das pequenas vias aéreas podem ser detectadas precocemente por métodos como a oscilometria de impulso, estando associadas à pior função pulmonar e maior gravidade clínica em pacientes com fibrose cística (Castilho *et al.*, 2024). Além disso, processos inflamatórios podem provocar remodelamento brônquico, aumento da produção de muco e prejuízo da depuração mucociliar, comprometendo a ventilação e favorecendo complicações respiratórias (Ghiggi; Almeida; Audino, 2020; Dias *et al.*, 2021).

Assim, o conhecimento da anatomia funcional das vias aéreas é indispensável para a prática fisioterapêutica, permitindo compreender as repercussões das alterações estruturais sobre a ventilação, interpretar exames complementares e direcionar estratégias terapêuticas individualizadas.

- **Pulmões e pleura**

Os pulmões são os principais órgãos do sistema respiratório, responsáveis pelas trocas gasosas e pela manutenção da homeostase. Localizados na cavidade torácica e revestidos pelas pleuras, apresentam estrutura formada por vias aéreas intrapulmonares, alvéolos, vasos sanguíneos e fibras elásticas que atuam de forma integrada para garantir ventilação e perfusão eficientes. O pulmão direito possui três lobos, enquanto o esquerdo apresenta dois, em decorrência da posição do coração (Standring, 2021; Moore; Dalley; Agur, 2023).

Cada pulmão é dividido em segmentos broncopulmonares, unidades anatômicas independentes irrigadas por ramos da artéria pulmonar e ventiladas por brônquios segmentares. Essa organização possui importância clínica por orientar procedimentos cirúrgicos e intervenções fisioterapêuticas, como drenagem postural, higiene brônquica e exercícios de expansão pulmonar (Paulsen; Waschke, 2023; Netter, 2023).

A elasticidade pulmonar, proporcionada pelas fibras elásticas e pela ação do surfactante produzido pelos pneumócitos tipo II, favorece a expansão pulmonar durante a inspiração e reduz o trabalho respiratório. Alterações nesses componentes comprometem a complacência pulmonar e a eficiência das trocas gasosas, contribuindo para quadros de insuficiência respiratória (Standring, 2021; Netter, 2023).

As pleuras, formadas pelos folhetos visceral e parietal, delimitam uma cavidade contendo pequena quantidade de líquido pleural, que reduz o atrito durante os movimentos respiratórios. A pressão negativa do espaço pleural mantém os pulmões aderidos à parede torácica, permitindo sua expansão durante a inspiração. Alterações como pneumotórax e derrame pleural comprometem essa dinâmica e prejudicam a mecânica ventilatória (Moore; Dalley; Agur, 2023; Paulsen; Waschke, 2023).

A monitorização da mecânica pulmonar tornou-se ferramenta essencial na avaliação de pacientes críticos. Medidas de complacência pulmonar, resistência das vias aéreas e pressão de platô auxiliam no ajuste da ventilação mecânica e na prevenção da lesão pulmonar induzida pela ventilação, contribuindo para melhores desfechos clínicos (Menezes Júnior *et al.*, 2020; Ghiggi; Almeida; Audino, 2020; Dias *et al.*, 2021; STAMINA Investigators, 2024).

Além disso, métodos como a ultrassonografia torácica e diafragmática permitem avaliar alterações pleuropulmonares, mobilidade do diafragma e evolução clínica de

forma não invasiva, auxiliando no acompanhamento fisioterapêutico e no desmame ventilatório (Ribeiro Filho et al., 2025; Olímpio Júnior, 2023).

Nas doenças respiratórias crônicas, alterações estruturais do parênquima e perda da elasticidade pulmonar reduzem a capacidade ventilatória e a tolerância ao exercício. Evidências demonstram que programas de reabilitação pulmonar, associados ao treinamento muscular inspiratório e à mobilização precoce, contribuem para a melhora da função respiratória, da capacidade funcional e da qualidade de vida (Qin; Wan, 2022; Ahmed et al., 2024; Huang et al., 2022).

Assim, a compreensão da anatomia funcional dos pulmões e das pleuras é fundamental para interpretar a mecânica ventilatória, analisar exames complementares e direcionar intervenções fisioterapêuticas individualizadas, favorecendo melhores desfechos clínicos.

- **Caixa torácica e diafragma**

A caixa torácica constitui o principal componente osteomuscular da ventilação pulmonar, oferecendo proteção às estruturas intratorácicas e permitindo as variações volumétricas necessárias para os ciclos respiratórios. É formada por doze vértebras torácicas, doze pares de costelas, cartilagens costais e esterno, cujas articulações conferem estabilidade e mobilidade. Durante a inspiração, os movimentos das costelas aumentam os diâmetros anteroposterior, transversal e longitudinal do tórax, favorecendo a expansão pulmonar e reduzindo a pressão intratorácica (Standring, 2021; Moore; Dalley; Agur, 2023).

A eficiência dessa movimentação depende da integridade da musculatura respiratória, especialmente do diafragma, considerado o principal músculo inspiratório. Em repouso, sua contração é responsável pela maior parte do volume corrente, promovendo deslocamento caudal das cúpulas diafragmáticas, aumento do diâmetro vertical da cavidade torácica e consequente entrada de ar nos pulmões. Durante esforços respiratórios ou situações patológicas, músculos intercostais, escalenos, esternocleidomastoideo e musculatura abdominal passam a contribuir de forma mais expressiva para a ventilação, aumentando a capacidade de expansão torácica e a pressão expiratória (Netter, 2023; Paulsen; Waschke, 2023).

Alterações estruturais da caixa torácica, da mobilidade costovertebral ou da função diafragmática repercutem diretamente sobre a mecânica respiratória. Deformidades torácicas, doenças neuromusculares, imobilização prolongada e ventilação

mecânica invasiva podem reduzir a excursão diafragmática, aumentar o trabalho respiratório e comprometer a ventilação alveolar. Por esse motivo, a avaliação da mobilidade torácica e da função do diafragma tornou-se componente indispensável da prática fisioterapêutica (Standring, 2021).

A ultrassonografia tem se destacado como método não invasivo para avaliação da espessura e da mobilidade diafragmática. Ribeiro Filho *et al.* (2026) demonstraram que pacientes com menor espessura do diafragma apresentaram redução significativa da força muscular respiratória, enquanto Olímpio Júnior (2023) evidenciou que a estimulação diafragmática elétrica transcutânea pode minimizar a atrofia muscular decorrente da ventilação mecânica prolongada, favorecendo o processo de desmame ventilatório.

Estudos recentes também reforçam que a preservação da função diafragmática depende de intervenções fisioterapêuticas precoces. Programas de treinamento muscular inspiratório promoveram aumento da pressão inspiratória máxima, melhora da excursão diafragmática e maior capacidade funcional em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e em indivíduos com doenças respiratórias crônicas (Ahmed *et al.*, 2024; Huang *et al.*, 2025). Resultados semelhantes foram observados em protocolos de reabilitação pulmonar, nos quais o fortalecimento da musculatura respiratória esteve associado à redução da dispneia e ao aumento da tolerância ao exercício (Qin; Wan, 2022).

Além disso, a interação entre postura, cintura escapular e musculatura respiratória recebem crescente atenção na literatura. Aydın *et al.* (2025) observaram que alterações musculoesqueléticas do complexo do ombro estiveram associadas à redução da força muscular respiratória e da mobilidade torácica, evidenciando que a avaliação funcional do sistema respiratório deve considerar não apenas o pulmão, mas todo o conjunto osteomuscular envolvido na ventilação.

Dessa forma, o conhecimento da anatomia funcional da caixa torácica e do diafragma fornece subsídios para a interpretação das alterações biomecânicas observadas em diferentes condições clínicas, orientando a avaliação e a seleção de intervenções fisioterapêuticas direcionadas à otimização da ventilação pulmonar e da capacidade funcional.

Avaliação Fisioterapêutica do Sistema Respiratório

A avaliação fisioterapêutica do sistema respiratório constitui uma etapa essencial para a identificação de alterações estruturais e funcionais capazes de comprometer a ventilação pulmonar, as trocas gasosas e a capacidade funcional do indivíduo.

Fundamentada no conhecimento da anatomia funcional, essa avaliação integra dados obtidos na anamnese, no exame físico e em exames complementares, permitindo correlacionar alterações morfológicas com suas repercussões biomecânicas e fisiológicas. Dessa forma, o fisioterapeuta pode estabelecer um diagnóstico cinético-funcional mais preciso e selecionar intervenções individualizadas, fundamentadas em evidências científicas (Agur, 2023).

O exame físico permanece como um dos pilares da avaliação respiratória e compreende inspeção, palpação, percussão e ausculta pulmonar. A análise do padrão ventilatório, da frequência respiratória, da simetria dos movimentos torácicos, da utilização da musculatura acessória e da expansibilidade torácica fornece informações importantes sobre a mecânica respiratória e o desempenho dos músculos inspiratórios. Alterações nesses parâmetros frequentemente refletem adaptações decorrentes de doenças pulmonares, neuromusculares ou musculoesqueléticas, reforçando a necessidade de uma avaliação integrada do sistema respiratório (Paulsen, 2023).

Além do exame clínico, a avaliação funcional tornou-se progressivamente mais abrangente com a incorporação de métodos instrumentais. A espirometria permanece como exame de referência para identificação de distúrbios ventilatórios obstrutivos e restritivos, enquanto a oscilometria de impulso possibilita detectar precocemente alterações das pequenas vias aéreas. Castilho et al. (2025) demonstraram que parâmetros como resistência (R5) e reatância (X5) apresentam associação significativa com a gravidade clínica de pacientes com fibrose cística, evidenciando que alterações biomecânicas podem preceder modificações identificadas pela espirometria convencional.

A avaliação da força muscular respiratória, por meio da manovacuometria, também possui relevante aplicabilidade clínica. A mensuração da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}) e da pressão expiratória máxima (P_{Emáx}) auxilia na identificação de fraqueza muscular respiratória, no acompanhamento da evolução clínica e na prescrição do treinamento muscular inspiratório. Estudos envolvendo pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, doenças respiratórias crônicas e condições neurológicas demonstram que reduções desses parâmetros estão associadas à menor capacidade funcional e pior prognóstico clínico, reforçando sua utilização rotineira na prática fisioterapêutica (Ahmed et al., 2024; Huang et al., 2025; Dias et al., 2020).

Nos últimos anos, a ultrassonografia diafragmática consolidou-se como importante ferramenta para avaliação da função muscular respiratória. Ribeiro et al.

(2026) observaram associação entre redução da espessura diafragmática e diminuição da força muscular respiratória em pacientes hospitalizados, enquanto Olímpio Júnior (2023) destacou sua aplicabilidade no monitoramento da resposta à estimulação diafragmática elétrica e no acompanhamento do desmame ventilatório. Esses achados reforçam o papel da ultrassonografia como método complementar à avaliação clínica, especialmente em unidades de terapia intensiva.

A monitorização da mecânica pulmonar também representa componente essencial da avaliação fisioterapêutica em pacientes críticos. Parâmetros como complacência pulmonar, resistência das vias aéreas, pressão de platô e *driving pressure* permitem compreender o comportamento biomecânico do sistema respiratório durante a ventilação mecânica. Menezes Júnior et al. (2020) demonstraram elevada confiabilidade dessas medidas, enquanto Ghiggi, Almeida e Audino (2020) ressaltam que sua interpretação integrada favorece ajustes ventilatórios mais seguros e individualizados. Essas observações são corroboradas pelo protocolo multicêntrico STAMINA, que investiga estratégias ventilatórias baseadas na limitação da *driving pressure* para reduzir lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica (STAMINA Investigators, 2024).

A literatura recente também evidencia a importância de uma avaliação ampliada da capacidade funcional. Em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica e outras doenças respiratórias crônicas, Qin e Wan (2022) destacam que testes funcionais, associados à avaliação da força muscular respiratória e da tolerância ao exercício, permitem monitorar a evolução clínica e orientar programas de reabilitação pulmonar. Da mesma forma, Aydın et al. (2025) demonstraram que alterações da mobilidade torácica e da função da cintura escapular repercutem negativamente sobre a mecânica respiratória, indicando que a avaliação fisioterapêutica deve contemplar não apenas o sistema pulmonar, mas também os componentes musculoesqueléticos relacionados à ventilação.

Além das doenças respiratórias crônicas, evidências produzidas após a pandemia de COVID-19 demonstram que pacientes hospitalizados frequentemente apresentam redução persistente da força muscular respiratória, alterações da mecânica pulmonar e limitação funcional, justificando a utilização de instrumentos padronizados para avaliação seriada e acompanhamento durante o processo de reabilitação (Dias et al., 2021).

Em populações pediátricas, a utilização de protocolos padronizados para avaliação das síndromes respiratórias agudas também tem demonstrado relevância para o reconhecimento precoce da gravidade clínica e para o direcionamento das intervenções multiprofissionais. Estudos conduzidos em unidades pediátricas evidenciam que a

caracterização sistemática dos padrões respiratórios e dos fatores associados às formas graves favorece o planejamento terapêutico e a continuidade do cuidado fisioterapêutico (Freitas, 2024).

De maneira semelhante, investigações recentes ressaltam que a associação entre avaliação clínica, exames funcionais e métodos complementares aumenta a acurácia diagnóstica e contribui para a individualização da assistência fisioterapêutica em diferentes cenários clínicos, desde o ambiente ambulatorial até a terapia intensiva (Avelar, 2025).

Portanto, a avaliação fisioterapêutica deve integrar informações clínicas, funcionais e instrumentais, permitindo compreender a interação entre anatomia, biomecânica e função respiratória. Essa abordagem favorece a identificação precoce de disfunções, direciona a tomada de decisão clínica e contribui para a elaboração de programas terapêuticos mais seguros e eficazes.

Implicações da Anatomia Funcional para a Intervenção Fisioterapêutica

O conhecimento da anatomia funcional constitui o fundamento para a seleção das intervenções fisioterapêuticas destinadas à prevenção e ao tratamento das disfunções respiratórias. A compreensão da organização das vias aéreas, do comportamento biomecânico do parênquima pulmonar, da mobilidade da caixa torácica e da função diafragmática permite que o fisioterapeuta escolha estratégias capazes de otimizar a ventilação alveolar, reduzir o trabalho respiratório e preservar a capacidade funcional (Moore, 2023).

Entre as intervenções mais estudadas destaca-se o treinamento muscular inspiratório, cujo objetivo é aumentar a força e a resistência dos músculos respiratórios, especialmente do diafragma. Revisões sistemáticas recentes demonstram que essa estratégia promove aumento da pressão inspiratória máxima, melhora da excursão diafragmática, redução da dispneia e incremento da capacidade funcional em pacientes com doenças respiratórias crônicas e em indivíduos submetidos a procedimentos cirúrgicos de grande porte (Huang *et al.*, 2025). Em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, Qin e Wan (2022) também observaram melhora significativa da tolerância ao exercício e da qualidade de vida após programas estruturados de reabilitação pulmonar associados ao treinamento muscular inspiratório.

As técnicas de expansão pulmonar fundamentam-se na anatomia dos alvéolos, na complacência pulmonar e na mobilidade toracoabdominal. Exercícios respiratórios, inspirações sustentadas e estratégias de recrutamento alveolar favorecem a redistribuição da ventilação, aumentam a capacidade residual funcional e contribuem para a prevenção de atelectasias, especialmente em pacientes hospitalizados. Estudos desenvolvidos durante e após a pandemia de COVID-19 evidenciaram que essas intervenções favorecem a recuperação da função pulmonar e reduzem complicações decorrentes da imobilidade prolongada (Ghiggi; Almeida; Audino, 2020; Dias et al., 2021).

Nos pacientes com hipersecreção brônquica, a compreensão da anatomia segmentar pulmonar e da fisiologia do transporte mucociliar direciona a escolha das técnicas de higiene brônquica. A drenagem postural, o ciclo ativo da respiração, os dispositivos de pressão expiratória positiva e outras técnicas de desobstrução das vias aéreas apresentam melhores resultados quando individualizados conforme a distribuição das secreções e as condições clínicas do paciente, particularmente em doenças como fibrose cística e bronquiectasias (Castilho et al., 2025).

No ambiente hospitalar, especialmente em unidades de terapia intensiva, a atuação fisioterapêutica está diretamente relacionada à interpretação da mecânica pulmonar. A monitorização da complacência pulmonar, da resistência das vias aéreas, da pressão de platô e da *driving pressure* subsidia ajustes ventilatórios individualizados e reduz o risco de lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica. Evidências recentes provenientes do estudo STAMINA e de outras pesquisas multicêntricas reforçam que estratégias ventilatórias baseadas nesses parâmetros promovem maior proteção pulmonar e favorecem o desmame ventilatório (Menezes Júnior et al., 2020; STAMINA Investigators, 2024).

Outra intervenção que ganhou destaque nos últimos anos é a preservação da função diafragmática durante a hospitalização. Ribeiro Filho et al. (2026) demonstraram que a redução da espessura do diafragma está relacionada ao pior desempenho muscular respiratório, enquanto Olímpio Júnior (2023) verificou que a estimulação diafragmática elétrica transcutânea pode minimizar a atrofia muscular induzida pela ventilação mecânica prolongada. Esses resultados reforçam a importância da intervenção precoce para manutenção da função muscular respiratória.

Além das técnicas específicas do sistema respiratório, a mobilização precoce e os programas de reabilitação pulmonar apresentam impacto significativo sobre a recuperação funcional. Estudos recentes demonstram que a associação entre exercícios

aeróbicos, fortalecimento muscular periférico, treinamento respiratório e educação em saúde promove melhora da tolerância ao exercício, redução da dispneia e aumento da independência funcional em diferentes populações clínicas (AydinY et al., 2025; Qin; Wan, 2022). Da mesma forma, investigações envolvendo pacientes com sequelas pós-COVID-19 e doenças neurológicas evidenciam benefícios na recuperação da força muscular respiratória e da capacidade funcional, ampliando o campo de atuação da fisioterapia respiratória (Dias et al., 2021; Dias et al., 2020).

Assim, observa-se que as intervenções fisioterapêuticas devem ser planejadas a partir da compreensão integrada da anatomia funcional, das alterações biomecânicas e das evidências científicas mais recentes. Essa abordagem favorece a individualização do tratamento, otimiza os resultados clínicos e fortalece o papel da fisioterapia como componente essencial na prevenção, tratamento e reabilitação das disfunções respiratórias.

Considerações Finais

A anatomia funcional do sistema respiratório constitui a base para a compreensão dos mecanismos que regulam a ventilação pulmonar e das alterações estruturais e funcionais observadas nas principais doenças respiratórias. A integração entre conhecimentos anatômicos, fisiológicos e biomecânicos permite compreender como modificações nas vias aéreas, pulmões, pleuras, caixa torácica e musculatura respiratória repercutem sobre a mecânica ventilatória, as trocas gasosas e a capacidade funcional dos indivíduos.

As evidências científicas publicadas nos últimos anos demonstram que a incorporação de métodos modernos de avaliação, como a ultrassonografia diafragmática, a oscilometria de impulso e a monitorização da mecânica pulmonar, ampliou a capacidade do fisioterapeuta de identificar precocemente alterações respiratórias e acompanhar a resposta às intervenções terapêuticas. Paralelamente, estratégias como treinamento muscular inspiratório, reabilitação pulmonar, mobilização precoce e manejo individualizado da ventilação mecânica consolidaram-se como recursos eficazes para preservar a função respiratória e melhorar os desfechos clínicos.

Dessa forma, a atuação fisioterapêutica deve estar fundamentada na compreensão integrada da anatomia funcional e nas melhores evidências científicas disponíveis, permitindo que a avaliação e a intervenção sejam conduzidas de maneira individualizada, segura e baseada em princípios biomecânicos. Espera-se que este capítulo contribua para

o fortalecimento do raciocínio clínico e para a qualificação da prática profissional, incentivando a aplicação do conhecimento anatômico como instrumento essencial na promoção da saúde respiratória e na reabilitação de indivíduos com diferentes condições clínicas.

Referências

- AVELAR, T. G. C. et al. Caracterização da prática terapêutico-ocupacional frente às atividades de vida diária de pacientes com insuficiência respiratória em unidades de terapia intensiva adulto. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, v. 33, e3969, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAO406439691>.
- AYDIN, Gamze et al. Avaliação da gravidade da doença, força dos músculos respiratórios, funções respiratórias, funcionalidade e qualidade de vida em pacientes com linfedema do membro superior. *Clinical Breast Cancer*, v. 25, n. 5, p. e487-e495, 2025.
- CASTILHO, Tayná et al. Parâmetros do sistema respiratório e marcadores clínicos para crianças com fibrose cística. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 32, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-2950/e24008324pt>.
- DIAS, Aline Graziela Duarte et al. O monitoramento da mecânica pulmonar na ventilação mecânica e sua relação com lesão pulmonar. *Perspectivas Online: Biológicas & Saúde*, v. 11, n. 40, p. 54-69, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25242/8868114020212472>.
- DIAS, Amanda Caroline Lobato et al. Benefits of inspiratory muscle training under indirect home supervision in patients with human T-cell lymphotropic virus type 1. *Fisioterapia em Movimento*, v. 33, e003358, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-5918.032.e003358>.
- FREITAS, Felipe Teixeira de Mello et al. Evaluation of severe acute respiratory syndrome surveillance caused by respiratory viruses in a pediatric unit, 2013 to 2019. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 42, e2022215, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2024/42/2022215>.
- GBD 2023 LOWER RESPIRATORY INFECTIONS AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE COLLABORATORS. Global burden of lower respiratory infections and aetiologies, 1990-2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 26, 2025. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(25\)00689-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(25)00689-9).
- GHIGGI, Karine Cristina; ALMEIDA, Guilherme Brandão; AUDINO, Lázaro Fagundes. Ventilação mecânica. *Vittale: Revista de Ciências da Saúde*, v. 32, n. 1, p. 173-184, 2020.
- HEGAZY, Fatma A. et al. Effect of postoperative high load long duration inspiratory muscle training on pulmonary function and functional capacity after mitral valve

replacement surgery: a randomized controlled trial with follow-up. *PLOS ONE*, v. 16, n. 8, e0256609, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256609>.

HUANG, Yu-Ting et al. The fully engaged inspiratory muscle training reduces postoperative pulmonary complications rate and increased respiratory muscle function in patients with upper abdominal surgery: a randomized controlled trial. *Annals of Medicine*, v. 54, n. 1, p. 2222-2232, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2106511>.

JÚNIOR, Hebert Olímpio. *Efeito da estimulação diafragmática elétrica transcutânea na força muscular respiratória, na espessura do diafragma e no tempo de ventilação mecânica de pacientes críticos idosos*. 2023. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

MENEZES JÚNIOR, José da Natividade et al. Reproducibility of respiratory mechanics measurements in patients on invasive mechanical ventilation. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 46, n. 3, 2020.

MOORE, Keith L.; DALLEY, Arthur F.; AGUR, Anne M. R. *Anatomia orientada para a clínica*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

NETTER, Frank H. *Atlas de anatomia humana*. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2023.

PAULSEN, Friedrich; WASCHKE, Jens. *Sobotta: atlas de anatomia humana*. 17. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

QIN, Jingao; WAN, Zhen. Evaluation of sports ability to improve patients with pulmonary disease. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 28, n. 3, p. 192-194, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1517-8692202228032021_0461.

RIBEIRO FILHO, Julio Cesar et al. Análise da espessura do diafragma e da força muscular respiratória em indivíduos hospitalizados: um estudo transversal. *Research, Society and Development*, v. 15, n. 1, e5415150528, 2025. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v15i1.50528>.

STANDRING, Susan (ed.). *Gray's Anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 42nd ed. Philadelphia: Elsevier, 2021.

YANG, Tianyi et al. Efficacy of community-based respiratory neuromuscular electrical stimulation on exercise capacity and quality of life in stable COPD: a randomized multicenter parallel-controlled trial protocol. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, v. 19, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1177/17534666251385677>.

Estudo randomizado prospectivo e controlado de avaliação dos efeitos de uma estratégia de limitação da driving pressure em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo devido à pneumonia adquirida na comunidade (Estudo STAMINA): protocolo e plano de análise estatística. *Critical Care Science*, v. 36, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.62675/2965-2774.20240210-pt>.

SOBRE OS ORGANIZADORES DO LIVRO

DADOS CNPQ:

Dra. Luciana Amaral de Mascena Costa



Atualmente atuo na Coordenação dos Cursos de Especialização lato sensu na área de saúde sob a responsabilidade no Núcleo de extensão, Pesquisa e Pós-Graduação-NEEP da Faculdade Alpha. Professora de cursos de especialização em Saúde Pública com ênfase em sanitarismo Doutora na área de biologia Molecular aplicada a saúde, pelo programa de pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PGCAT/UFRPE-2020). Durante esse período realizou doutorado sanduíche nos Estados Unidos (2017-2018) na

Louisiana State University (LSU), sob a supervisão do Dr. Michael Mathis no departamento de medicina veterinária (LSU). Sua tese intitulada ESTUDO DA ATIVIDADE ANTITUMORAL DO COMPOSTO MIH 2.4BI EM LINHAGENS CELULARES DE CÂNCER DE MAMA gerou dois artigos publicados nas revistas Breast cancer: basic and clinical research e Oncology Letters. Mestre em Ciência Animal Tropical (PGCAT/UFRPE-2015) na área de biologia Molecular aplicada a saúde com dissertação intitulada? ANÁLISE DO POLIMORFISMO NO GENE DA LEPTINA EM BÚFALAS DA RAÇA MURRAH NOS ESTADOS DE PERNAMBUCO E ALAGOAS E NA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO LEITEIRA Graduada nos cursos de Bacharelado (UFRPE-2018) e Licenciatura (UFRPE-2020) em Ciências Biológicas. Iniciou seu trabalho na pesquisa, no Laboratório de Genética, Bioquímica e Sequenciamento de DNA Prof^a. Tânia Falcão atuando no projeto intitulado CORRELAÇÃO ENTRE O POLIMORFISMO NO GENE IL 23 R E A SUSCEPTIBILIDADE A INFECÇÃO PELO PAPILLOMAVIRUS HUMANO E A PROGRESSÃO DAS NEOPLASIAS INTRAEPITELIAIS CERVICAIS PARA O CANCER CERVICAL INVASIVO".

Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos



Possui Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2003) e Mestrado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2006). Doutor em Biotecnologia pela RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia (2013), Área de Concentração Biotecnologia em Saúde atuando principalmente com pesquisa relacionada a genética do câncer de mama. Participou como Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial Nível 3 de relevantes projetos tais como: Projeto Genoma *Anopheles darlingi* (de 02/2008 a 02/2009); e Isolamento de genes de interesse biotecnológico para a agricultura (de 08/2009 a 12/2009). Atualmente é Professor Adjunto III da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, do Centro de Educação e Saúde onde é Líder do Grupo de Pesquisa BASE (Biotecnologia Aplicada à Saúde e Educação) e colaborador em ensino e pesquisa da UFRPE, UFRN e EMBRAPA-CNPA. Tem experiência nas diversas áreas da Genética, Fisiologia Molecular, Microbiologia e Bioquímica com ênfase em Genética Molecular e de Microrganismos, Plantas e Animais, Biologia Molecular e Biotecnologia Industrial. Atua em projetos versando principalmente sobre os seguintes temas: Metagenômica, Carcinogênese, Monitoramento Ambiental e Genética Molecular, Marcadores Moleculares Genéticos, Polimorfismos Genéticos, Bioinformática, Biodegradação, Biotecnologia Industrial e Aplicada, Sequenciamento de DNA, Nutrigenômica, Farmacogenômica, Genética na Enfermagem e Educação.

Pós-Dra. Carliane Rebeca Coelho da Silva

Possui Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco apresentando monografia na área de genética com enfoque em transgenia. Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal do Rural de Pernambuco com dissertação na área de melhoramento genético com enfoque em técnicas de imunodeteção. Doutora em Biotecnologia pela RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia, Área de Concentração Biotecnologia em Agropecuária) atuando principalmente com tema relacionado a transgenia de plantas. Pós-doutorado em Biotecnologia com concentração na área de Biotecnologia em Agropecuária. Atua com linhas de pesquisa focalizadas nas áreas de defesa de plantas contra estresses bióticos e abióticos, com suporte de ferramentas biotecnológicas e do melhoramento genético. Tem experiência na área de Engenharia Genética, com ênfase em isolamento de genes, expressão em plantas, melhoramento genético de plantas via transgenia, marcadores moleculares e com práticas de transformação de plantas via "ovary drip". Tem experiência na área de genética molecular, com ênfase nos estudos de transcritos, expressão diferencial e expressão gênica. Integra uma equipe com pesquisadores de diferentes instituições como Embrapa Algodão, UFRPE, UEPB e UFPB, participando de diversos projetos com enfoque no melhoram

Anatomia Humana e Comparada

“Esperamos que tenham aproveitado todos os trabalhos disponíveis na íntegra e gratuitos para seu conhecimento e consulta.

Esta obra objetivou ampliar os seus horizontes sobre a temática proposta além dos muros acadêmicos, proporcionando uma visão mais realista, ampla e multidisciplinar desta área de estudo seus impactos e descobertas.

Os livros da Science compreendem do conhecimento mais simples ao mais complexo, do mais acadêmico ao mais aplicado, procurando sempre a socialização global com conhecimento científico respaldado e de qualidade, para que a sociedade possa se beneficiar em todos os sentidos.

Agradecemos o seu interesse em chegar até o final deste livro na busca por conhecimento. Aguardem novos títulos e eventos da Editora Science sempre comprometida com a qualidade e o sucesso da sua publicação.”

PARA MAIS INFORMAÇÕES E OBRAS DA EDITORA SCIENCE ACESSE:

www.editorascience.com.br

Siga nossas redes sociais e amplie o alcance dos nossos livros:

Facebook: <http://www.facebook.com/editorascience>

Instagram: <https://www.instagram.com/editorascience>



Todos os Direitos Reservados

