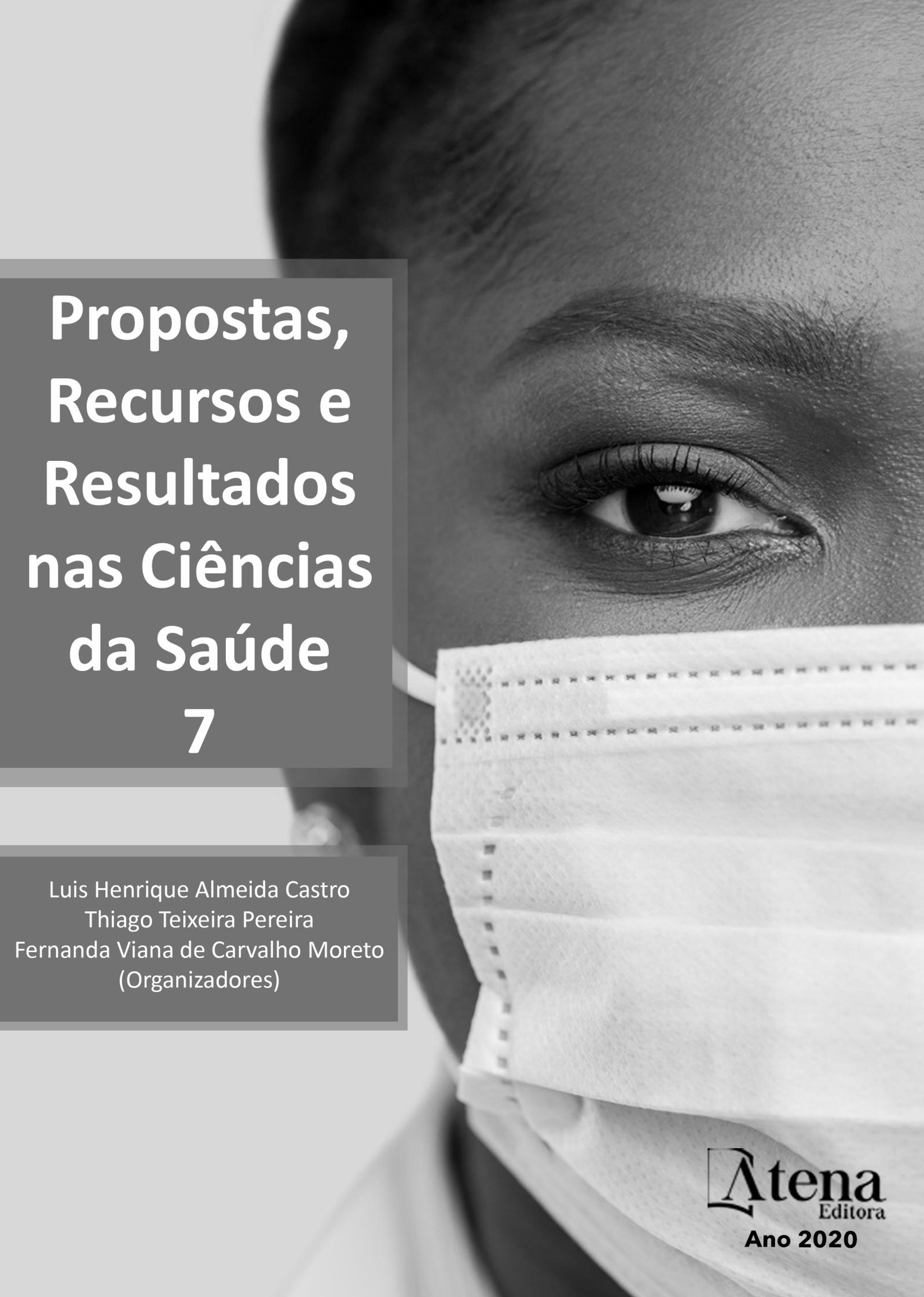


# Propostas, Recursos e Resultados nas Ciências da Saúde

## 7

Luis Henrique Almeida Castro  
Thiago Teixeira Pereira  
Fernanda Viana de Carvalho Moreto  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



# Propostas, Recursos e Resultados nas Ciências da Saúde

## 7

Luis Henrique Almeida Castro

Thiago Teixeira Pereira

Fernanda Viana de Carvalho Moreto  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Luiza Batista

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P965	<p>Propostas, recursos e resultados nas ciências da saúde 7 [recurso eletrônico] / Organizadores Luis Henrique Almeida Castro, Thiago Teixeira Pereira, Fernanda Viana de Carvalho Moreto. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-134-3            DOI 10.22533/at.ed.343202406</p> <p>1. Ciências da saúde – Pesquisa – Brasil. 2. Saúde – Brasil.            I. Castro, Luis Almeida. II. Pereira, Thiago Teixeira. III. Moreto, Fernanda Viana de Carvalho.</p> <p style="text-align: right;">CDD 362.1</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Segundo Bachelard, “um discurso sobre o método científico será sempre um discurso de circunstância, não descreverá uma constituição definitiva do espírito científico”; considerando a amplitude dessa temática, uma obra que almeje lançar foco em propostas, recursos e resultados nas ciências da saúde, naturalmente terá como desafio a caracterização de sua abordagem metodológica. Neste sentido, este e-Book foi organizado de modo a apresentar ao leitor 171 artigos seriados justamente por este elo comum que une, na ciência, a proposta (objetivo), o recurso (viabilidade) e o resultado (evidência): o método de pesquisa per si.

Dos seus nove volumes, os dois primeiros são dedicados aos relatos de caso, relatos de experiência e de vivência em saúde apresentando aspectos da realidade clínica, cultural e social que permeiam a ciência no Brasil.

Já no intuito de apresentar e estimular o diálogo crítico construtivo, tal qual o conhecimento dos recursos teóricos disponíveis frente aos mais variados cenários em saúde, os volumes três, quatro e cinco exploram estudos de revisão da literatura que discutem o estado da arte da ciência baseada em evidência sugerindo possibilidades, hipóteses e problemáticas técnicas no intuito de delimitar condutas para a prática clínica.

Por fim, os volumes de seis a nove compreendem os resultados quali e quantitativos das mais diversas metodologias de intervenção em saúde: estudos comparativos, ensaios clínicos e pré-clínicos, além de ações em políticas públicas na área de saúde coletiva.

Com a intelecção dos tópicos tratados nessa obra, espera-se – tanto quanto possível – contribuir no processo de ampliação, fundamentação e fomento da discussão e reflexão científica na interface entre propostas, recursos e resultados nas Ciências da Saúde.

Luis Henrique Almeida Castro

Thiago Teixeira Pereira

Fernanda Viana de Carvalho Moreto

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CARACTERÍSTICAS DOS LÍDERES DOS GRUPOS DE PESQUISA DO CAMPO DA SAÚDE COLETIVA CADASTRADOS NO DIRETÓRIO DE GRUPOS DE PESQUISA DO BRASIL (DGP/CNPQ)	
Renan Willian Mesquita	
Lirane Elize Defante Ferreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3432024061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DO XILOGLUCANO EXTRAÍDO DA SEMENTE DE <i>Hymenaea Courbaril</i> L. DO ESTADO DO CEARÁ	
Clarice Maria Araújo Chagas Vergara	
Mírian Rabelo Sombra Reis	
Marcela Feitosa Matos	
Maria Antônia Mendes de Meneses	
Ana Kharise Cardoso Maia	
Raquel Teixeira Terceiro Paim	
Geórgia Coriolano Nascimento	
Melissa de Lima Matias	
Maria Izabel Gallão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3432024062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>14</b>
COMPORTAMENTO DO TECIDO ÓSSEO DE RATOS COM PERIODONTITE SUBMETIDOS AO EXERCÍCIO FÍSICO	
Bruna Martinazzo Bortolini	
Pedro Henrique de Carli Rodrigues	
Lidiane Ura Afonso Brandão	
Danielle Shima Luize	
Gladson Ricardo Flor Bertolini	
Carlos Augusto Nassar	
Patrícia Oehlmeyer Nassar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3432024063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>24</b>
CONCENTRAÇÃO DE FLÚOR EXISTENTE NA ÁGUA CONSUMIDA EM UM MUNICÍPIO DO SUDOESTE DA BAHIA- ZONAS URBANA	
Amanda Sousa Roveri	
Josilane Nunes Melo Correia	
Luane dos Santos Souza	
Natália Alves Costa	
Maria Alice Aguiar Meira Leite	
Alice Cabral Oliveira	
Filipe Araújo Conceição	
Elen Oliveira Cardoso	
Edite Novais Borges Pinchemel	
Patricia Maria Coelho	
Anne Maria Guimarães Lessa	
Milena Tavares de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3432024064</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 37**

CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIA NA COMERCIALIZAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS EM UM MERCADO MUNICIPAL DE FORTALEZA/ CE - BRASIL

Beatriz Lima Arnaud  
Ana Livia de Araújo Pessoa  
Antonia Lavinha Fontenele de Oliveira  
Bárbara Cavalcante Façanha  
Camila Farias Feitosa  
Carolinne Reinaldo Pontes  
Fernanda Ribeiro de Paula  
Levy Freire de Aguiar Martins  
Maria Karoline Leite Andrade  
Melissa Melo Lins Cavalcante

**DOI 10.22533/at.ed.3432024065**

**CAPÍTULO 6 ..... 44**

CONHECIMENTO QUANTO AOS MEDICAMENTOS DE USO CONTÍNUO E AUTOMEDICAÇÃO DOS USUÁRIOS ATENDIDOS PELOS SERVIÇOS DA ATENÇÃO PRIMÁRIA EM UM BAIRRO DA CIDADE DE MANHUAÇU-MG

Mariana Cordeiro Dias  
Diulle Braga Oliveira  
Fernanda Pinheiro Quadros e Silva  
Giovanna dos Santos Flora  
Isabelle Vieira Pena  
José Renato de Oliveira Campos Paiva  
Marcela Beerli Gazzoni  
Marcus Eduardo de Souza Oliveira  
Matheus Terra de Martin Galito  
Nathely Bertly Coelho Pereira  
Rafaela Lima Camargo  
Daniele Maria Knupp Souza Sotte

**DOI 10.22533/at.ed.3432024066**

**CAPÍTULO 7 ..... 56**

CONSUMO DE FERRO E ESTRESSE OCUPACIONAL EM FUNCIONÁRIOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Ana Caroline Barros de Sena  
Rafaele Sales da Silva  
Adriane Rithyele Couto Valentim  
Jordania Rodrigues Magalhães  
Rafaella Maria Monteiro Sampaio

**DOI 10.22533/at.ed.3432024067**

**CAPÍTULO 8 ..... 62**

CUSTO DAS INTERNAÇÕES POR DENGUE NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2016 A 2018

Dayane de Lima Oliveira  
Carla Danielle Dias Costa  
Jane Sousa Naves  
Jéssica Encêncio Porto Ramos  
Yohanny Souza Silva

**DOI 10.22533/at.ed.3432024068**

**CAPÍTULO 9 ..... 64**

DEPRESSÃO MATERNA: APLICABILIDADE DO INVENTÁRIO “ORGANIZAÇÃO FAMILIAR E CRENÇAS NEGATIVAS”

Bianca Rossi Giachetto  
Sonia Regina Loureiro  
Fernanda Aguiar Pizeta

**DOI 10.22533/at.ed.3432024069**

**CAPÍTULO 10 ..... 76**

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO EM PYTHON PARA A ANÁLISE DE PARÂMETROS RADIOTERAPÊUTICOS

Giulia Rita de Souza Faés  
Thatiane Alves Pianoschi  
Viviane Rodrigues Botelho  
Mirko Salomón Alva Sánchez

**DOI 10.22533/at.ed.34320240610**

**CAPÍTULO 11 ..... 88**

DISPOSITIVO ELETRÔNICO DE MEDICAMENTOS PARA PORTADORES DE ALZHEIMER

Milena Belli Bochnia  
Rafael Mila Primak  
Ana Carla Mila Primak

**DOI 10.22533/at.ed.34320240611**

**CAPÍTULO 12 ..... 100**

EDUCAÇÃO EM SAÚDE E ATIVIDADE LÚDICA COMO FERRAMENTA DE PROMOÇÃO DA ALIMENTAÇÃO SAÚDAVEL EM UM GRUPO DE HIPERTENSÃO

Luís Felipe Oliveira Ferreira  
Jefferson Abraão Caetano Lira  
Cristiele Rodrigues da Silva  
Cintya do Nascimento Pereira  
Marina Gomes  
Hellen Soraya de Brito Souza  
Danilo Silva Vieira  
Diana Damasceno de Brito  
Larissa Vieira de Melo  
Bianca Maria Cardoso de Sousa Vieira  
Vitor Kauê de Melo Alves  
Alan Jefferson Alves Reis

**DOI 10.22533/at.ed.34320240612**

**CAPÍTULO 13 ..... 110**

EFEITOS CARDIOVASCULARES E ANTIOXIDANTES DO EXTRATO DAS FLORES DO BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.) EM RATAS

Altamiro Teixeira Osório  
Érika Alves Bezerra  
Emanuely Elanny Andrade Pinheiro  
Mariely Mendes Furtado  
Maísa Gomes da Silva  
Ana Karolinne da Silva Brito  
Isadora Basílio Meneses Bezerra  
Ilmara Cecília Pinheiro da Silva Morais  
José de Sousa Lima Neto  
Paulo Michel Pinheiro Ferreira  
Antônia Maria das Graças Lopes Citó  
Daniel Dias Rufino Arcanjo

**DOI 10.22533/at.ed.34320240613**

**CAPÍTULO 14 ..... 128**

EQUIPE DE SAÚDE DA FAMÍLIA E A ATUAÇÃO DO NÚCLEO DE APOIO A SAÚDE DA FAMÍLIA

Mara Dayanne Alves Ribeiro  
Euriene Maria Araújo Bezerra  
Carlos Eduardo Rodrigues Castelo Branco  
Mariana de Souza Costa  
Marcelo de Carvalho Filgueiras

**DOI 10.22533/at.ed.34320240614**

**CAPÍTULO 15 ..... 137**

ESTUDO DA PREVALÊNCIA DE PARASITOSSES EM CRECHE DE MANHUAÇU/MG

Matheus Rosse Rodrigues e Silva  
Amanda Aires Martins  
Júlia Furbino Martins  
Otávio Sanglard Oliveira  
Tassianny Félix Pereira  
Renata Freitas Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.34320240615**

**CAPÍTULO 16 ..... 144**

ESTUDO DA SAÚDE OCUPACIONAL EM ATLETAS UNIVERSITÁRIOS: RELAÇÃO ENTRE IMAGEM E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Fernanda de Oliveira Araújo  
Cássio Furtado Lima  
Leonne Bruno Domingues Alves  
Suenne Taynah Abe Sato  
Michel Keisuke Sato  
Nayara Kelly Feitosa Ferreira  
Celyane Batista Brandao  
Érica Bandeira Maués de Azevedo  
Fernando de Freitas Maués de Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.34320240616**

**CAPÍTULO 17 ..... 159**

ETILISMO E TABAGISMO NA TERCEIRA IDADE: UMA ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL

Marceli Schwenck Alves Silva  
Gustavo Henrique de Melo da Silva  
Cinthia Mara de Oliveira Lobato Schuengue

**DOI 10.22533/at.ed.34320240617**

**CAPÍTULO 18 ..... 170**

EVENTOS ADVERSOS RELACIONADOS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Mayara Del Aguilal Pacheco  
Claudia Ozela El-Husny  
Larissa de Lima Pinho  
Nathalia Souza Marques  
Clarice Geórgia Monteiro Dias e Silva  
Danielle Saraiva Tuma dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.34320240618**

<b>CAPÍTULO 19 .....</b>	<b>179</b>
EXERCÍCIO FÍSICO NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE BRASILEIRA: ASPECTOS METODOLÓGICOS	
Leandro Quadro Corrêa	
Joubert Caldeira Penny	
Marluce Raquel Decian Corrêa	
Airtton José Rombaldi	
Marlos Rodrigues Domingues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34320240619</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>194</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>196</b>

## DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO EM PYTHON PARA A ANÁLISE DE PARÂMETROS RADIOTERAPÊUTICOS

*Data de aceite: 01/06/2020*

*Data de submissão: 20/04/2020*

### **Giulia Rita de Souza Faés**

Universidade Federal de Ciências da Saúde de  
Porto Alegre (UFCSPA)  
Porto Alegre - Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/9044598011070145>

### **Thatiane Alves Pianoschi**

Universidade Federal de Ciências da Saúde de  
Porto Alegre (UFCSPA)  
Porto Alegre - Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6545287935099792>

### **Viviane Rodrigues Botelho**

Universidade Federal de Ciências da Saúde de  
Porto Alegre (UFCSPA)  
Porto Alegre - Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1467047246922442>

### **Mirko Salomón Alva Sánchez**

Universidade Federal de Ciências da Saúde de  
Porto Alegre (UFCSPA)  
Porto Alegre - Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6230220049078476>

**RESUMO:** A análise dos parâmetros dosimétricos é necessária para garantir a eficácia dos tratamentos radioterápicos. Eles são utilizados, geralmente, por físicos médicos, nos sistemas de planejamento para garantir

que a prescrição de dose seja entregue ao paciente. Uma alternativa para a realização desses estudos radioterápicos são os códigos de simulações computacionais. Entretanto, tais simulações fornecem apenas os arquivos de saída, que em sua maioria são arquivos de texto, sendo necessárias ferramentas capazes de extrair informações para avaliar a distribuição de dose a partir desses resultados. Essas ferramentas, na maioria das vezes, são comerciais e possuem um custo elevado. Logo, é importante o desenvolvimento de uma alternativa de análise mais acessível. O presente trabalho discorre sobre um algoritmo desenvolvido em Python com a finalidade de analisar parâmetros radioterapêuticos obtidos através de códigos de simulações computacionais. Para validá-lo, parâmetros dosimétricos foram determinados, em condições de referência, para um espectro de energia de fótons de 6 MV, além de uma distribuição de dose de quatro campos. Nas mesmas condições de simulação foram obtidas distribuições com o sistema de planejamento Eclipse e com o código de simulação PENELOPE Monte Carlo. Os parâmetros analisados foram: porcentagem de dose em profundidade (PDP), perfil de dose (PD), distribuição de dose e histograma dose-volume (DVH). Os resultados gerados foram comparados com dados clínicos fornecidos

pelo Hospital Santa Rita da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre e apresentaram Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) inferiores a 2,50; 2,92 e 12,95 para as curvas de PDP, PD e DVH, respectivamente. Dessa forma, com os resultados obtidos, o algoritmo desenvolvido possibilita a análise de parâmetros radioterapêuticos, podendo ser utilizado em estudos futuros, para analisar casos radioterápicos mais complexos.

**PALAVRAS-CHAVE:** parâmetros dosimétricos, radioterapia; código PENELOPE; linguagem Python.

## DEVELOPMENT OF A PYTHON ALGORITHM TO ANALYZE RADIOTHERAPEUTIC PARAMETERS

**ABSTRACT:** The analysis of dosimetric parameters is necessary to guarantee the success of radiotherapy treatments. These parameters are generally used by medical physicists in treatment planning systems to ensure the dose prescription delivered to the patient. One possibility to perform radiotherapy studies are employing computer simulation codes. However, such simulations provide only the output files, which are mostly text files, requiring capable tools for extracting information to assess the dose distribution from these results. These tools, in most cases, are commercial and have a high cost. Therefore, it is important to develop a more accessible analysis alternative. The present study proposed an algorithm developed in Python with the purpose of analyzing radiotherapeutic parameters obtained through computer simulation codes. To validate it, dosimetric parameters were determined, under reference conditions, for a photon energy spectrum of 6 MV, in addition to a dose distribution of four fields. In the same simulation conditions, distributions were obtained with the Eclipse® planning system and with the PENELOPE Monte Carlo simulation code. The parameters analyzed were: percentage of dose in depth (PDP), dose profile (PD), dose distribution and dose-volume histogram (DVH). The obtained results were compared with clinical data provided by Hospital Santa Rita da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia in Porto Alegre and presented a Root Mean Square Error (RMSE) below 2.50; 2.92 and 12.95 for the PDP, PD and DVH curves, respectively. Thus, with the results obtained, the developed algorithm allows the analysis of radiotherapeutic parameters, which can be used in future studies to analyze more complex radiotherapy cases.

**KEYWORDS:** dosimetric parameters, radiotherapy; PENELOPE code; Python language.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os serviços de radioterapia contam com sistemas computacionais para realizar o planejamento da prescrição de dose do radio-oncologista. Existem diversos tipos de sistemas de planejamento de tratamento (TPS, do inglês *Treatment Planning System*) que incluem *softwares* e *hardwares* que possibilitam o uso de imagens anatômicas tridimensionais dos pacientes para realização do planejamento radioterápico, permitindo

correções de heterogeneidades, cálculos de dose e distribuições de dose em três dimensões com maior rapidez e precisão <sup>1</sup>. Os TPS se baseiam, normalmente, em algoritmos que podem implementar diferentes métodos, como por exemplo, o método Monte Carlo (*Monaco*), o algoritmo de convolução/superposição (*XiO*, *Eclipse* e *IPlan*), o método de *Clarkson* (*PrecisePlan*), *PencilBeam* (*iPlanDose* e *BrainScan*) entre outros, os quais utilizam, para o devido planejamento <sup>2</sup>, dados experimentais de parâmetros físicos e dosimétricos obtidos com câmara de ionização durante o comissionamento da unidade de terapia <sup>3</sup>. De forma geral, os TPS são sistemas comerciais (isto é, não disponíveis para o uso de forma gratuita) e por isso, diversos códigos de simulação baseados no método Monte Carlo, os quais também permitem simular a deposição de energia em diversos materiais, vêm sendo desenvolvidas em âmbito acadêmico <sup>4</sup>.

O código Monte Carlo PENELOPE <sup>5</sup> simula o transporte de partículas, tanto de elétrons e pósitrons quanto de fótons à partir da especificação da geometria e do material de um dado objeto. PENELOPE (*PENetration and Energy LOss of Positron and Electrons*) 2011 é um pacote para o livre uso, sendo distribuído pela Agência de Energia Nuclear, contendo diversas sub-rotinas escritas em linguagem de programação FORTRAN. Estas estão distribuídas em códigos fontes, aplicativos, base de dados e um arquivo para o usuário. Vale salientar que, a simulação de fótons é realizada através do método detalhado, enquanto a de elétrons e pósitrons é realizada por um processo misto. Contudo, as três partículas são simuladas utilizando a mesma sub-rotina <sup>5</sup>.

O código é baseado em um modelo de espalhamento que combina uma base numérica de dados com modelos de seção de choque para inúmeros mecanismos de interação, com aplicações para energias na ordem de centenas de eV até aproximadamente 1 GeV <sup>5</sup>. Portanto, ele é responsável por simular a interação da radiação com os objetos de interesse, cedendo resultados relacionados a energia depositada em cada plano, a quantidade de partículas simuladas, a probabilidade de geração de partículas secundária entre outras informações.

As informações geradas pelos simuladores ficam armazenadas em vários arquivos, sendo cada um responsável por um tipo de informação, por exemplo, um destes arquivos armazena informações como: tempo de simulação, velocidade da simulação e quantidade de partículas simuladas. Já, outro arquivo de saída, é uma matriz que contém a energia depositada em cada coordenada de posição (x, y e z) juntamente com a incerteza associada a essa energia.

A partir dos resultados obtidos com a simulação podem ser extraídos os parâmetros dosimétricos, que são indicadores utilizados para validar feixes de irradiação utilizados em centros de radioterapia, sendo fundamentais para a garantia da calibração dos equipamentos, em especial do acelerador linear <sup>6</sup>, responsável pela entrega confiável da radiação planejada.

Os parâmetros mais usuais para promover este tipo de análise são:

**-Porcentagem de dose profunda (PDP):** Parâmetro dosimétrico que caracteriza a distribuição da dose em profundidade com respeito à dose em uma profundidade de referência. Assim, a PDP é a quantidade que expressa a porcentagem de dose absorvida em uma profundidade de interesse,  $D_d$ , em relação à dose absorvida na profundidade de dose máxima,  $D_{máx}$ , como mostrado na equação 1 <sup>7</sup>:

$$PDP(d) = \frac{D_d}{D_{máx}} 100\% \quad (1)$$

**- Perfil de dose (PD):** Parâmetro dosimétrico que caracteriza a dose absorvida ao longo de um dos eixos perpendiculares ao eixo central do campo de radiação, sendo a razão entre a dose em um ponto de interesse ao longo da direção do eixo perpendicular,  $D_x$ , e a dose máxima no eixo central,  $D_{máx}$ , como apresentado na equação 2 <sup>7</sup>:

$$PD(d) = \frac{D_x}{D_{máx}} \quad (2)$$

Tanto as curvas de PDP quanto de PD são determinadas para várias condições de: energia, tamanho de campo, distância fonte superfície e profundidade, formando assim um conjunto de dados obtidos através de uma câmara de ionização durante o comissionamento e dosimetria do feixe do acelerador linear. Além desses parâmetros para validação do feixe, há também parâmetros responsáveis pela análise de dose nos tratamentos clínicos, dentre eles, destacam-se:

**- Distribuição de dose em profundidade:** Possui a informação da porcentagem de dose depositada em um par de coordenadas em um determinado plano de interesse. A distribuição de dose em duas ou em três dimensões é importante para o planejamento radioterápico, podendo ser dada mediante a distribuição no eixo central junto com os perfis de dose perpendiculares a este <sup>8</sup>.

**- Histograma dose-volume (DVH)** é um gráfico em duas dimensões que condensa a distribuição de dose volumétricas, utilizado para fazer a avaliação de um determinado planejamento de radioterapia, verificando se ele respeita as restrições de dose e a prescrição de dose estipulada pelo radioterapeuta dentro do volume tumoral e nos órgãos de risco <sup>7</sup>.

Os parâmetros mencionados acima são responsáveis pela análise de dose e podem ser obtidos, como dito anteriormente, utilizando TPS e códigos de simulação computacional específicos, como o PENELOPE <sup>5</sup>. No caso das simulações, os parâmetros são obtidos a partir do processamento dos arquivos de saída. Uma alternativa para processá-los é a utilização da linguagem de programação Python <sup>9</sup>. Essa linguagem foi criada em 1991, por Guido van Rossum, com o objetivo de gerar produtividade e legibilidade no código. Python possui uma vasta gama de bibliotecas matemáticas e gráficas disponíveis permitindo assim, a elaboração de algoritmos que envolvam cálculos de alta complexidade bem como análises gráficas <sup>10</sup>. Além disso, ela possui sintaxe simples e clara, além de ser um

software gratuito.

Em outras palavras, Python foi desenvolvida para produzir códigos de maneira fácil, além de possuir um baixo uso de caracteres especiais, tornando assim, a linguagem muito parecida com um pseudo código executável, fazendo uso de uma indentação para marcar blocos sem usar nenhuma palavra-chave voltada para a compilação. Possui uma biblioteca padrão, contendo classes, métodos e funções para a realização de qualquer tarefa, desde o acesso a bancos de dados até interfaces gráficas para visualização. Há inúmeras capacidades de metaprogramação, técnica simples capaz de modificar o comportamento da linguagem, permitindo assim, a criação de um domínio específico de linguagem. A principal razão de se utilizar Python em aplicações científicas é o fato da mesma ser uma linguagem expressiva, sendo compreensível traduzir o raciocínio em um determinado algoritmo <sup>11</sup>.

Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um algoritmo em Python para a visualização e análise dos parâmetros radioterapêuticos como PDP, PD, distribuição de dose e DVH, e assim, desenvolver uma ferramenta que poderá ser aplicada às simulações em condições clínicas mais complexas.

## 2 | MÉTODOS

Nessa seção serão apresentados os métodos utilizados para o desenvolvimento do algoritmo desenvolvido em Python bem como a metodologia utilizada para a validação do algoritmo através da comparação dos resultados obtidos com dados clínicos de referência fornecidos pelo Hospital Santa Rita da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA).

### 2.1 Métodos dosimétricos

#### 2.1.1 Código de simulação Monte Carlo PENELOPE

O código de simulação Monte Carlo PENELOPE 2011 <sup>5</sup> foi utilizado a fim de simular o transporte de feixe de fótons nas mesmas energias, materiais e geometrias usadas nas condições clínicas. Logo, foi utilizado para as simulações, o espectro de energia para o feixe de fóton de 6 MV, baseado no acelerador linear Varian 2100 C <sup>12</sup> e apresentado na Figura 1.

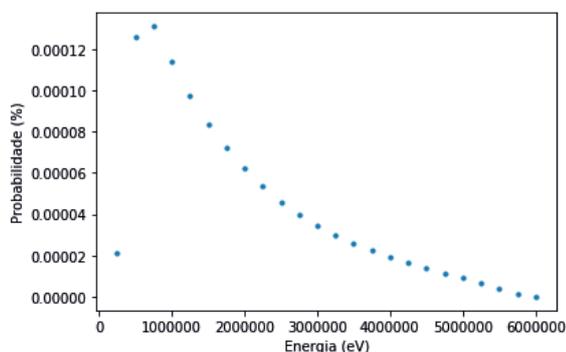


Figura 1 - Feixe de fótons de 6 MV de um acelerador Varian Clinac-2100EX.

Fonte: SHEIKH-BAGHERI, Daryoush; ROGERS, D. W. O.. 2002.

Foram simuladas  $2 \times 10^9$  partículas primárias com um tamanho de pixel de 0,28 mm para a determinação da energia depositada nas regiões de interesse com incertezas menores que 2 %. Os resultados da energia depositada em cada *voxel* foram analisados por meio do código desenvolvido neste trabalho.

Logo, as distribuições de dose para o feixe em questão foram obtidas como resultado da simulação em condições de referência, sendo possível assim, alcançar os parâmetros dosimétricos que foram comparados com dados clínicos obtidos no Hospital Santa Rita da ISCMPA <sup>13</sup>.

### 2.1.2 Sistemas de Planejamento de Tratamento (TPS)

O TPS utilizado neste estudo foi o Eclipse, versão 8.0, disponível no Hospital Santa Rita da ISCMPA, que realiza o cálculo de dose através de um algoritmo denominado *PencilBeam*. O TPS foi utilizado para comparação dos resultados obtidos com o código Monte Carlo PENELOPE para simulação do caso clínico de sobreposição de quatro campos.

## 2.2 Procedimentos da simulação

### 2.2.1 Validação do feixe

Primeiramente, foi realizada uma simulação em condições de referência para a validação do feixe de irradiação e da metodologia proposta, analisando a PDP e a curva de PD. O código PENELOPE <sup>5</sup> foi utilizado para reproduzir as condições clínicas de referência, logo, o objeto simulador possui dimensões  $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$  preenchido com água, campo de irradiação de  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ , distância foco-superfície (DFS) de 100 cm e, fazendo uso de um feixe clínico de 6 MV <sup>14</sup>.

### 2.2.2 Simulação do caso clínico

Posteriormente, foi feita a simulação de um tratamento de quatro campos, com as seguintes angulações: zero graus ( $0^\circ$ ), noventa graus ( $90^\circ$ ), cento e oitenta graus ( $180^\circ$ ) e, duzentos e setenta graus ( $270^\circ$ ), com tamanho de campo  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  e distância fonte-superfície (DFS) de 100 cm para um feixe clínico de fótons de 6 MV. Os parâmetros analisados foram a distribuição de dose e o DVH. Os dados obtidos da simulação foram comparados com dados de referência com o TPS Eclipse do Hospital Santa Rita da ISCMPA.

## 2.3 Desenvolvimento de um algoritmo em Python para a visualização dos parâmetros radioterapêuticos

O algoritmo em Python desenvolvido neste trabalho visa a análise dos resultados da simulação fornecida pelo código Monte Carlo PENELOPE. Para tanto, a biblioteca *Numpy* foi utilizada para o processamento matemático das informações e a biblioteca *Matplotlib* para a geração dos gráficos.

O arquivo resultante de uma simulação no código Monte Carlo PENELOPE fornece uma matriz com dimensão  $N \times 8$ , em que  $N$  é o número de *voxels* do objeto sobre o qual a radiação foi incidida. Esta matriz possui informações das três coordenadas de posição  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (em centímetros), onde  $x$  e  $y$  representam a posição no plano e  $z$  a profundidade do objeto bem como os índices correspondentes a cada posição  $(i,j,k)$ . A matriz também contém a energia depositada em cada voxel e a incerteza correspondente. A partir do arquivo de simulação os dados de interesse para a análise são selecionados e armazenados em submatrizes que serão a base para a geração dos gráficos.

A primeira submatriz, denominada  $M1$ , é utilizada para a análise da PDP. Para gerá-la, foram fixados valores de posição (isto é, valores de  $x$  e  $y$ ) de acordo com as características desejadas para a análise. Assim,  $M1$  é composta pelas linhas correspondentes a posição selecionada e possui duas colunas, que correspondem aos valores de profundidade (isto é, a coordenada variável) e a energia depositada associada. O gráfico da PDP é então obtido a partir da relação profundidade *versus* dose usando os dados provenientes de  $M1$ .

A segunda submatriz, denominada  $M2$ , é utilizada para a análise do PD. Para gerá-la, foi fixado um valor de profundidade (isto é, valor de  $z$ ) de acordo com a máxima energia depositada. Assim,  $M2$  é composta pelas linhas correspondentes a profundidade selecionada e possui três colunas, que correspondem respectivamente aos valores de  $x$  e  $y$  (isto é, as coordenadas variáveis) e a energia depositada associada. O gráfico de PD é obtido a partir da relação da posição ( $x$  ou  $y$ ) *versus* máxima dose associada usando os dados provenientes de  $M2$ . A Figura 2 ilustra um exemplo hipotético para obtenção de  $M1$  e  $M2$  a partir dos procedimentos descritos.

Arquivo de saída da simulação:

x (cm)	y (cm)	z (cm)	Dose (J/kg)	Incerteza	i	j	k
5	5	5	0,45	0,3	1	1	1
5	5	10	0,28	0,2	1	1	2
5	10	5	0,33	0,2	1	2	1
5	10	10	0,50	0,1	1	2	2
10	5	5	0,18	0,3	2	1	1
10	5	10	0,35	0,2	2	1	2
10	10	5	0,26	0,2	2	2	1
10	10	10	0,22	0,3	2	2	2

M1 para x=5 e y=10:

5	0,33
10	0,50

M2 para z=10:

5	5	0,28
5	10	0,50
10	5	0,35
10	10	0,22

Figura 2: Exemplo hipotético de obtenção de M1 e M2 a partir do arquivo de simulação.

É conveniente que todas análises sejam realizadas de forma relativa. Assim, os valores de doses utilizados para a análise da PDP e PD serão:

$$D_n(d) = \frac{D(d)}{D_{m\acute{a}x}} 100\% \quad (3)$$

onde  $D(d)$  são as energias depositadas correspondentes à uma dada coordenada  $d$  (x,y ou z, dependendo da análise),  $D_{m\acute{a}x}$  é o máximo valor de  $D(d)$  e  $D_n(d)$  são as doses relativas.

Para análise da distribuição de dose de 4 campos, quatro simulações devem ser realizadas, as quais correspondem a irradiação a  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $270^\circ$  do objeto simulador. Uma nova matriz é gerada, contendo 4 colunas. As três primeiras colunas correspondem as coordenadas de um *voxel*. A quarta coluna contém o somatório das energias depositadas contida nos quatro ângulos de irradiação para o *voxel* correspondente. Desta matriz é obtida a submatriz M3. Para gerá-la, um valor de posição é fixado (isto é, valor de x ou y) com as características desejadas para a análise. Assim, M3 é composta pelas linhas correspondentes a posição selecionada e possui três colunas, que correspondem respectivamente aos valores da posição remanescente, da profundidade e da energia depositada associada, relativizada conforme a equação 3. A distribuição de dose de 4 campos é obtida a partir de um mapa de cores que relaciona as colunas de M3.

Finalmente, o DVH é obtido a partir das informações de energia depositada contidas em M3. Esta análise é limitada a doses relativas superiores a 90% devido a região de interesse. A partir destes dados um histograma cumulativo reverso é determinado, o qual corresponde ao DVH.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção são apresentados os resultados obtidos da determinação dos parâmetros radioterapêuticos para a validação do feixe de irradiação e para a avaliação

do caso clínico de irradiação de quatro campos e suas comparações com os resultados fornecidos pelo Hospital Santa Rita da ISCMPA.

### 3.4 Validação do feixe de irradiação

Os parâmetros dosimétricos utilizados para validação do feixe de irradiação de fótons de 6 MV foram obtidos utilizando o algoritmo em Python, sendo comparados posteriormente com dados clínicos de referência obtidos através da câmara de ionização PTW, modelo famer com resolução espacial de 0,6 cm<sup>3</sup> da ISCMPA. Assim, obteve-se a curva de PDP (Figura 3) e a curva de PD (Figura 4).

A métrica quantitativa utilizada para comparar os resultados simulados e os resultados clínicos obtidos no Hospital Santa Rita da ISCMPA foi a raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE, do inglês *Root Mean Square Error*), calculada através da equação 4:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{\theta}_i - \theta_i)^2} \quad (4)$$

Sendo os valores da variável  $N$  a quantidade de amostras,  $\hat{\theta}_i$  valores preditos pela simulação e  $\theta_i$  os valores oriundos dos dados clínicos.  $\theta$  representa a variável em análise (ou seja, PDP, PD ou DVH, dependendo da análise realizada). Optou-se pela utilização da RMSE, uma vez que ela é uma medida frequentemente utilizada nas diferenças entre valores previstos por um dado modelo e valores observados <sup>15</sup>.

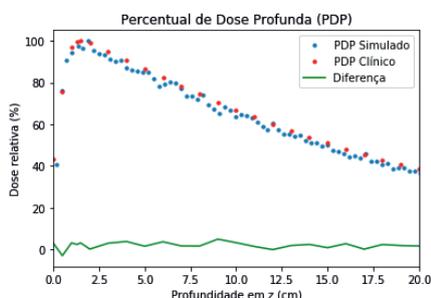


Figura 3 - PDP para um feixe clínico de fótons de 6 MV.

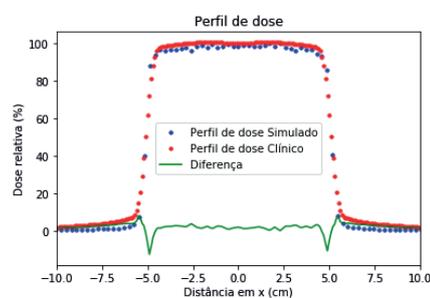


Figura 4 - PD para um feixe clínico de fótons de 6 MV.

Na Figura 3 as curvas tanto da PDP simulada quanto da PDP clínica possuem a mesma forma funcional e o RMSE encontrado, utilizando a equação 4, foi de aproximadamente 2,47, sendo que a maior discrepância ocorre na região de 9 cm em profundidade.

Já na Figura 4 a validação do PD foi confirmada através da comparação com os dados fornecidos pelo Hospital Santa Rita da ISCMPA, apresentando RMSE de aproximadamente 2,91, considerado representativo, visto que este valor é inferior a 3% do intervalo considerado. Além disso, pode-se observar que tanto o eixo x do PD simulada quando do clínico estão com o comportamento esperado <sup>7</sup>. Vale salientar que a

maior discrepância foi encontrada na região fora do campo de radiação, como pode ser observado na curva em verde.

### 3.5 Simulação do caso clínico

E em relação a simulação do caso clínico, foram obtidos, por meio do algoritmo em Python, os parâmetros responsáveis pela análise de dose, os quais foram comparados com os dados clínicos. Logo, obtivemos os gráficos da distribuição de dose simulada (Figura 5-a), distribuição de dose clínica (Figura 5-b) e o DVH (Figura 6).

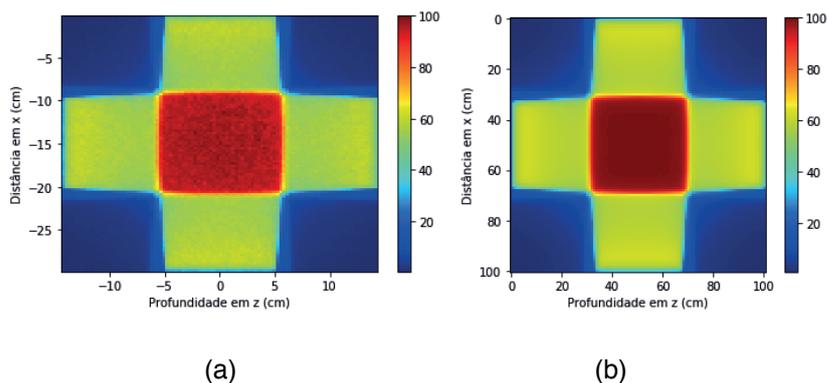


Figura 5 - Distribuição de dose de 4 campos para um feixe clínico de fótons de 6 MV obtida pelo (a) PENELOPE e (b) TPS

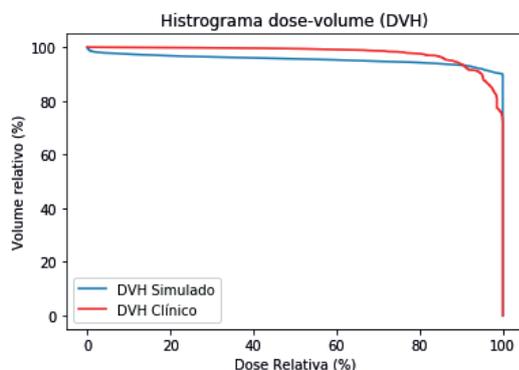


Figura 6 - DVH para um feixe clínico de fótons de 6 MV.

Na Figura 5 é possível analisar a entrega de dose, no plano central, dos quatro campos de irradiação, tanto no caso simulado quanto no clínico a intensidade da radiação é maior no centro do objeto de análise, local onde os campos se sobrepõem. E por fim, em relação ao comportamento do DVH espera-se a entrega de 100% da dose em 100% do volume de interesse, dessa forma essa ferramenta irá avaliar o quanto o planejamento se aproxima do que é esperado teoricamente <sup>7,16</sup> e obtido na Figura 6. Comparando o DVH obtido a partir dos dados simulados com os dados clínicos obtidos no Hospital Santa Rita da ISCMPA, observou-se, utilizando a equação 4, RMSE de aproximadamente 12,94. Devido às flutuações estatísticas que podem ser observadas nos resultados simulados, a utilização de métodos de suavização nos resultados iniciais de simulação podem ser uma

alternativa para minimizar esses erros encontrados em comparação aos dados clínicos.

## 4 | CONCLUSÕES

Com o aumento da utilização de ferramentas computacionais para obtenção de parâmetros radioterapêuticos necessários em tratamentos radioterápicos, o desenvolvimento de algoritmos para a análise e interpretação desses dados é de suma importância. Assim, considerando as vantagens desse desenvolvimento em linguagem de programação Python, o presente trabalho estabelece uma ferramenta para a análise que poderá ser utilizada nas simulações de casos complexos de radioterapia. A validação do feixe de irradiação se deu através da comparação entre os parâmetros dosimétricos simulados e clínicos, por meio do cálculo da RMSE. O resultado foi RMSE inferior à 2,50 para a curva de PDP e inferior à 2,92 para a curva de PD. E, em relação ao planejamento de sobreposição de quatro campos, verificou-se RMSE inferior a 12,94 entre o DVH obtido com dados simulados e com dados clínicos. Dessa forma, de acordo com os resultados apresentados, o código de simulação Monte Carlo PENELOPE pode ser utilizado para simular condições clínicas radioterápicas como visto em trabalhos já apresentados na literatura <sup>17, 18, 19</sup>. Além disso, fica evidente que a ferramenta desenvolvida em linguagem Python possui potencial de aplicação para obtenção de outros parâmetros mais complexas, como para obtenção do índice gama, estabelecido por (LOW et. al, 1998) <sup>20</sup>, responsável pela comparação de duas distribuições de dose, levando em consideração valores de tolerância em relação a posição e a dose <sup>7</sup>.

## REFERÊNCIAS

<sup>9</sup> ALKMIM, NASSER SAMIR. **Implementação Computacional da Solução de Problemas Térmicos e Mecânicos pelo Método dos Elementos Finitos em Python**. p. 147, 2016.

<sup>19</sup> ALVA-SÁNCHEZ, Mirko Salomón; PIANOSCHI, Thatiane Alves. **Study of the distribution of doses in tumors with hypoxia through the PENELOPE code**. Radiation Physics and Chemistry, v. 167, n. July, p. 108428, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.108428>>.

<sup>17</sup> ALVA, M.; PIANOSCHI, T.; MARQUES, T.; *et al.* **Monte Carlo simulation of MAGIC-f gel for radiotherapy using PENELOPE**. Journal of Physics: Conference Series, v. 250, p. 324–327, 2010.

<sup>12</sup> DING, George X. **Energy spectra, angular spread, fluence profiles and dose distributions of 6 and 18 MV photon beams: Results of Monte Carlo simulations for a Varian 2100EX accelerator**. Physics in Medicine and Biology, v. 47, n. 7, p. 1025–1046, 2002.

<sup>1</sup> EBERT, Martin. **Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students**. Physics in Medicine and Biology, v. 51, n. 4, p. 1047–1047, 2006.

<sup>13</sup> EM, Programa D E Pós-graduação; APLICADA, Física. **Estudo de dosimetria gel polimérica em Radioterapia com feixes de elétrons utilizando ressonância magnética e simulação Monte Carlo** Thatiane Alves Pianoschi Estudo de dosimetria gel polimérica em Radioterapia com feixes de elétrons utilizando ressonância . 2013.

<sup>7</sup> EM, Programa D E Pós-graduação; APLICADA, Física; SALOMÓN, Mirko; *et al.* **Verificação 3D da distribuição da dose em radiocirurgia estereotáxica através de simulação Monte Carlo e dosimetria por ressonância magnética nuclear** Verificação 3D da distribuição da dose em radiocirurgia estereotáxica através de simulação Monte Carlo e . 2012.

<sup>8</sup> GIGLIOLI, Milena. **Avaliação da distribuição da dose absorvida em radioterapia com campos irregulares e alargados.** p. 1–131, 2012. Disponível em: <[http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Milena\\_Giglioli\\_M.pdf](http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Milena_Giglioli_M.pdf)>.

<sup>4</sup> ISHIKURA, Satoshi. **Quality assurance of radiotherapy in cancer treatment: Toward improvement of patient safety and quality of care.** Japanese Journal of Clinical Oncology, v. 38, n. 11, p. 723–729, 2008.

<sup>18</sup> PIANOSCHI, Thatiane A; ALVA, Mirko; NICOLUCCI, Patrícia. **Estudo de diferentes materiais para realização de radioterapia conformacional com feixes de elétrons utilizando o código de simulação Monte Carlo PENELOPE** Study of different materials for conformational radiotherapy with electron beams through PENELOPE Mo. v. 4, n. 4, p. 23–27, 2011.

<sup>2</sup> SHARPE, Michael B. **IAEA Technical Reports Series No. 430: Commissioning And Quality Assurance Of Computerized Planning Systems For Radiation Treatment Of Cancer** . Medical Physics, v. 33, n. 2, p. 561–561, 2006.

<sup>20</sup> LOW, Daniel A.; HARMS, William B.; MUTIC, Sasa; *et al.* **A technique for the quantitative evaluation of dose distributions.** Medical Physics, v. 25, n. 5, p. 656–661, 1998.

<sup>6</sup> M.HOLLAND, Author links open overlay panelDavid A.ElliottNimaNabavizadehSteven K.SeungEric K.HansenJohn. **Oral, Head and Neck Oncology and Reconstructive Surgery.** [s.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323265683000130>>.

<sup>11</sup> NEEDHAM, Timothy C. **Python: For Beginners A Crash Course Guide To Learn Python in 1 Week.** [s.l.: s.n.], 2017.

<sup>16</sup> OLIVO, Ricardo Aparecido; DA SILVA, Marcus Vinícius; GARCIA, Fernanda Bernadelli; *et al.* **Evaluation of the effectiveness of packed red blood cell irradiation by a linear accelerator.** Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, v. 37, n. 3, p. 153–159, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjhh.2015.03.001>>.

<sup>10</sup> ROSEVALDO DE OLIVEIRA CAMPOS; VICTOR HUGO GARCIA. **Computação Científica usando Python.** 1. ed. Rondonópolis: [s.n.], 2016.

<sup>5</sup> SALVAT, Francesc; FERN, M. PENELOPE – A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PENELOPE, a code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport,** n. July, 2015.

<sup>14</sup> SHEIKH-BAGHERI, Daryoush; ROGERS, D. W.O. **Monte Carlo calculation of nine megavoltage photon beam spectra using the BEAM code.** Medical Physics, v. 29, n. 3, p. 391–402, 2002.

<sup>3</sup> VAN DYK, Jacob. **Quality Assurance of Radiation Therapy Planning Systems: Current Status and Remaining Challenges.** International Journal of Radiation Oncology Biology Physics, v. 71, n. 1 SUPPL., p. 23–27, 2008.

<sup>15</sup> WIKIPEDIA. **Root-mean-square deviation.** Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square\\_deviation](https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square_deviation)>.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alcoolismo 159, 160, 162

Alzheimer 88, 89, 90, 91, 92, 93, 98, 99

Ascaris Lumbricoides 138

Atenção Primária 44, 101, 103, 108, 124, 136, 179, 190

Atividade Física 14, 16, 17, 20, 21, 106, 107, 108, 124, 134, 145, 146, 147, 150, 151, 155, 156, 157, 166, 179, 181, 185, 189, 190, 194

Automedicação 44, 45, 46, 50, 51, 52, 54, 55

### B

Bacuri 111, 124, 125, 127

Bacurizeiro 110, 111, 113, 123, 124, 126

### C

Composição Corporal 144, 145, 146, 147, 148, 155, 157, 158, 190, 194

Consumo Alimentar 56, 57, 58, 61, 112, 185

### D

Dengue 62, 63

Depressão 57, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 166, 175

Diabetes Tipo 2 16, 179, 180, 181, 185, 191

Doença Crônica 16, 101, 160

Doença Periodontal 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

### E

Educação Em Saúde 100, 101, 103, 108, 136, 137, 159, 164

Efeitos Adversos 53, 171

Endoparasitoses 138

Enfermagem 60, 100, 104, 108, 124, 131, 159, 172, 175, 178, 185

Epidemiologia 46, 62, 124, 125, 178

Ergonomia 145

ESF 47, 103, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 139, 142, 159, 161

Estresse 21, 52, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 74, 111, 112, 121, 123, 124, 125

Exercício Físico 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 179, 180, 184, 194

## F

Ferro 11, 12, 56, 59, 60, 138

Flúor 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

## G

Giardíase 138, 141, 143

## H

Higiene 26, 27, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 138, 141, 142, 195

Hiperdia 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109

Hortifruti 38

*Hymenaea Courbaril L* 8, 9, 12

## I

Internação 63, 162, 166, 170, 175

## N

NASF 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136

Nutrição 13, 43, 56, 60, 106, 109, 134, 144, 145, 157, 160, 175, 194, 195

## O

Odontologia 14, 23, 25, 26, 28, 33, 34, 35, 36

## P

Parasitoses 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143

Platonia Insignis Mart. 110, 111, 112, 118, 123, 124, 125, 126

Proteção Oxidativa 111

## R

Radioterapia 77, 78, 79, 86, 87

## S

Saúde Coletiva 1, 3, 4, 5, 6, 7, 35, 36, 93, 108, 125

Saúde Do Trabalhador 56, 60

Saúde Pública 7, 25, 26, 27, 30, 31, 33, 35, 54, 55, 60, 62, 102, 106, 107, 112, 132, 157, 164, 191, 192

Segurança Alimentar 38, 39

SUS 46, 47, 63, 103, 123, 128, 129, 136, 139, 170, 171, 172, 179, 180

## T

Tabagismo 102, 112, 159, 160, 162, 163, 164

## X

Xiloglucano 8, 9, 10, 11, 12, 13

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**