



Fabrício Loreni da Silva Cerutti  
(Organizador)

# Radiodiagnóstico e Procedimentos Radiológicos 3

Atena  
Editora  
Ano 2020



Fabrício Loreni da Silva Cerutti  
(Organizador)

# Radiodiagnóstico e Procedimentos Radiológicos 3

Atena  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

**Edição de Arte** Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Revisão** Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa 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  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

## Conselho Técnico Científico

- Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – 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. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
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. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. 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. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
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. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
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  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

# Radiodiagnóstico e procedimentos radiológicos

3

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário:** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Fabrício Loreni da Silva Cerutti

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

R129 Radiodiagnóstico e procedimentos radiológicos 3 [recurso eletrônico]  
/ Organizador Fabrício Loreni da Silva Cerutti. – Ponta Grossa,  
PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-5706-237-1

DOI 10.22533/at.ed.371202907

1. Diagnóstico radioscópico. 2. Radiologia. I. Cerutti, Fabrício Loreni da Silva.

CDD 616.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

  
**Ano 2020**



## **APRESENTAÇÃO**

A Coletânea Nacional Radiodiagnóstico e Procedimentos Radiológicos 3 é um e-book composto por 5 artigos científicos que abordam assuntos sobre tecnologias empregadas no tratamento com Raios X e com Prótons, a utilização de contraste iodado, análise de achados de doenças infecciosas nas principais técnicas de imaginologia, a utilização de angiotomografia para detecção de patologias arteriais dos membros inferiores e o último capítulo discorre sobre a armazenamento de informações dos pacientes através da utilização de prontuários eletrônicos.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Fabício Loreni da Silva Cerutti

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TÉCNICAS DE RADIOTERAPIA CONVENCIONAL E PRÓTON TERAPIA	
Mateus Mendes Jonsson Priscila Nunes Lopes Ferraz Fabrício Loreni da Silva Cerutti Sergei Anatolyevich Paschuk Valeriy Denyak	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3712029071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
A IMPORTÂNCIA DA CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE OS EFEITOS DO MEIO DE CONTRASTE IODADO PARA OS PROFISSIONAIS DA SAÚDE	
Candy Mary do Prado Folmann Natasha Emanuelli da Silva Geane dos Santos Vicente Alves Leandro Michelis Rubyan Lucas Santos Piazzetta Fabrício Loreni da Silva Cerutti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3712029072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
ACHADOS DE EXAMES DE IMAGEM DAS PRINCIPAIS DOENÇAS INFECCIOSAS	
Maikiane Aparecida Nascimento João Pedro Brambilla Ederli Murilo Neves do Nascimento Felipe Antônio Basolli Neves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3712029073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>42</b>
PATOLOGIAS RELACIONADAS COM A DOENÇA ARTERIAL DOS MEMBROS INFERIORES ATRAVÉS DO ESTUDO DE ANGIOTOMOGRÁFICO - ENSAIO ICONOGRÁFICO	
Daniel Oliveira Pinheiro Ana Carla Farias Pimentel Antônia Nyanne de Almeida Lima Isabella Bezerra Oliveira Larissa Pinho Sampaio Mariana Santos Leite Pessoa Sarah Barreira Cavacante de Azevedo Sostenes Muniz Sampaio Sabia Ana Clarisse Farias Pimentel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3712029074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE	
Débora Pereira dos Santos Luiz Carlos Saraiva Neto Hamilta de Oliveira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3712029075</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>52</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>53</b>

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TÉCNICAS DE RADIOTERAPIA CONVENCIONAL E PRÓTON TERAPIA

*Data de aceite: 01/07/2020*

### **Mateus Mendes Jonsson**

Centro de Educação Superior dos Campos Gerais  
– CESCAGE, Ponta Grossa – PR

### **Priscila Nunes Lopes Ferraz**

Centro de Educação Superior dos Campos Gerais  
– CESCAGE, Ponta Grossa – PR

### **Fabrcio Loreni da Silva Cerutti**

Centro de Educação Superior dos Campos Gerais  
– CESCAGE, Ponta Grossa – PR

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR, Curitiba – PR

### **Sergei Anatolyevich Paschuk**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR, Curitiba – PR

### **Valeriy Denyak**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR, Curitiba – PR

**RESUMO:** O objetivo do trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre o tratamento com feixes de prótons (próton terapia), este tem grande crescimento em países desenvolvidos, mas pelo alto custo de sua implementação, ainda não podemos desfrutar de sua eficácia aqui no Brasil. O tratamento direciona os feixes no tumor, matando as células cancerígenas e preservando os tecidos adjacentes, por ser

uma inovação na Radiologia e na Medicina, ainda necessita de muitos estudos e instrução para os profissionais. O presente trabalho de conclusão de curso irá abordar as vantagens desse método para alguns tipos de câncer, analisar a incidência de um novo câncer após o tratamento, a quantidade de radiação utilizada, bem como, a dose recebida e o custo benefício do mesmo, assim como uma breve comparação com a radioterapia, tratamento mais comumente utilizado em quase todos os países e consequentemente mais barato. A importância do trabalho é explicar que há outros métodos muito eficazes de combate ao câncer, não só tratamento paliativos e informar profissionais de saúde sobre os grandes avanços tecnológicos em Radiologia.

**PALAVRAS CHAVE:** Radioterapia convencional, próton terapia, dosimetria, câncer, neoplasia.

**ABSTRACT:** The objective of the work is to bring a bibliographic review on the treatment with proton beams (proton therapy), this has a great growth in developed countries, but due to the high cost of its implementation we cannot yet enjoy its effectiveness here in Brazil. The treatment directs the bundles in the tumor, killing cancer cells and preserving the adjacent tissues,

as it is an innovation in Radiology and Medicine, it still needs many studies and instruction for professionals. The present course conclusion paper will address the advantages of this method for some types of cancer, analyze the incidence of a new cancer after treatment, the amount of radiation used, as well as the dose received and the cost benefit of it, as well as a brief comparison with radiotherapy, treatment most commonly used in almost all countries and consequently cheaper. The importance of the work is to explain that there are other very effective methods to fight cancer, not only palliative treatment and to inform health professionals about the great technological advances in Radiology.

**KEYWORDS:** Conventional radiotherapy, proton therapy, dosimetry, cancer, neoplasm.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Próton Terapia, também chamada de terapia por feixes de prótons, é um tipo de terapia de partículas ou radioterapia. Ela direciona feixes de prótons para células cancerígenas com alta precisão (PEREZ, 2017).

Esta técnica se mostra mais eficaz do que a radioterapia convencional para alguns tratamentos, pois fornece uma dose alta para uma área muito específica, com impacto mínimo nos tecidos adjacentes. Ela usa feixes de prótons de alta energia, em vez de raios X de alta energia, para administrar uma dose (TODESCATTO, 2019).

De acordo com a Sociedade Americana de Oncologia Clínica (ASCO), a terapia com prótons pode fornecer até 60% menos radiação para tecidos saudáveis ao redor do local-alvo, enquanto entrega uma dose maior ao próprio tumor (BRAZIER, 2019).

É uma terapia dentre as mais avançadas disponíveis hoje. Destroi as células cancerígenas e causa menos danos do que a radiação tradicional ao tecido saudável circundante. É também indolor e não invasivo. A terapia com feixe de prótons tem sido usada desde 1990 nos Estados Unidos, mas seu uso não se espalhou amplamente devido aos altos custos (BRAZIER, 2019).

A Próton Terapia foi aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) em 2017, e apesar de existir desde os anos 50, ainda é muito pouco conhecida no Brasil, tanto pelos profissionais da área de radiologia como pelos pacientes com câncer. No exterior é mais acessível, uma de suas vantagens é a diminuição da irradiação de regiões vizinhas ao tumor em comparação com a radioterapia convencional por causa da precisão do feixe e por conta disso, a técnica tem sido mais utilizada em tumores delicados, como oculares e infantis (ANVISA, 2017).

### 1.1 Breve Histórico da Radioterapia

A descoberta dos Raios X se deu pelo Professor Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), em 1895, após um fato ocorrido a partir das experiências com ampolas de Hittorf e Cookes. Um ano depois, o físico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908) descobria

a radioatividade natural. Após três anos da descoberta dos Raios X, o casal de físicos Pierre Curie (1867-1906) e Marie Sklodowaska Curie (1867-1934), descobriu, em 1898, os elementos radioativos. Em janeiro de 1896, houve o relato da primeira paciente tratada com Raios X, um câncer de mama totalmente volumoso; no mesmo ano, na França, ocorreu o primeiro tratamento de câncer gástrico. Em 1951 H. E. Johns desenvolveu no Canadá a primeira unidade de terapia com o elemento de cobalto 60 ( $^{60}\text{Co}$ ). Essas unidades ficaram muito conhecidas como bombas de  $^{60}\text{Co}$ , produzindo feixes de radiação ionizante com energia de 1,25 MeV. Após esse feito, houve grandes expansões das técnicas radioterápicas (CAMARGO, 2015).

## 1.2 Radioterapia

A radioterapia é uma técnica que destrói células tumorais, e para isso usa feixes de radiações ionizantes. O paciente é estudado e uma dose de radiação é pré-calculada, para ser aplicada por um determinado tempo, em um volume de tecido específico que engloba o tumor, visando eliminar as células tumorais com o menor dano possível às células normais adjacentes. O fracionamento das doses tem por objetivo esperar que as células saudáveis possam se regenerar (TODESCATTO, 2019).

As radiações utilizadas na radioterapia são do tipo ionizantes que quando interagem com os tecidos dão origem a elétrons rápidos que ionizam o meio e criam efeitos químicos como a hidrólise da água e a quebra das cadeias de DNA. Desta maneira a morte celular pode ocorrer então por diversos mecanismos, desde a inativação de sistemas vitais para a célula até sua capacidade de reprodução. Na radioterapia existem dois fatores importantes: a radiosensibilidade, que é o grau e a velocidade de resposta dos tecidos à irradiação, e a radiocurabilidade, que significa que as relações de sensibilidade à radiação das células tumorais e células normais são tais que a dose curativa da radiação pode aplicar-se regularmente sem lesão excessiva aos tecidos normais ao redor do tumor (MORIKAWA, 2015).

O tratamento radioterápico pode ser utilizado com o objetivo curativo ou paliativo, dependendo do caso do paciente e do tumor a ser tratado. O objetivo do tratamento curativo é obter a cura da neoplasia. Já o paliativo visa uma melhora na qualidade de vida do paciente. Os efeitos tóxicos do tratamento vão depender da localização do tumor, da energia utilizada, do volume do tecido irradiado, da dose total e do estado geral do paciente. Todos os tecidos podem ser afetados, em graus variados. Normalmente os efeitos se relacionam com a dose total absorvida e o fracionamento utilizado (PERES, 2017).

Quando o paciente é diagnosticado ele é encaminhado ao departamento de radioterapia, para consultar um radioterapeuta. Ali, por meio de exames clínicos e exames de imagens, como tomografia computadorizada, Raios X, ressonância magnética entre



outros, o médico saberá a área a ser tratada, a técnica de tratamento, a energia aplicada, o posicionamento do paciente, os acessórios para imobilização do paciente e a simulação da área de tratamento. Antes da liberação da dose ao paciente, é feita uma simulação com a profundidade e o tamanho do tumor que será tratado. Após a simulação é liberado o cálculo da dose permitida ao paciente, com suas devidas frações e o tratamento é iniciado (CAMARGO, 2015).

Um dos métodos mais utilizados é através de um acelerador linear o qual produz Raios X com energias entre 1 e 10 MeV. Os aceleradores geram fótons de energia muito maior que os de Cobalto-60. Os fótons de alta energia possuem um “mecanismo” que lembra com a próton terapia, pois estes liberam menor dose na pele e nos tecidos sadios do paciente. Porém os aceleradores requerem potencial elétrico estáveis, manutenção adequada e pessoas habilitadas. Alguns aceleradores permitem que os elétrons atinjam diretamente o paciente. Diferente da próton terapia, os elétrons não tem capacidade de penetração tão profundamente no tecido, liberando sua dose num intervalo que vai da pele até uma profundidade em torno de 5 cm, com uma queda acentuada após essa profundidade (TRINDADE, CAMPOS, 2011).

### **1.3 Próton Terapia**

Desde 1946, quando a próton terapia foi idealizada, até os dias atuais essa técnica se desenvolveu e conquistou seu espaço no meio clínico, apesar de a maioria dos aceleradores estarem situados em instituições de pesquisa (WILSON, 1946).

Durante esse período, foram realizados mais de 160.000 tratamentos, especialistas preveem que o número de pacientes tratados por ano com terapia com prótons aumentará de 16.200 em 2015 para 300.000 em 2030, dados que permitem dizer que essa técnica é suficientemente segura e precisa para ser empregada no âmbito hospitalar. Embora o tratamento com prótons seja mais eficaz do que com fótons, seu custo é muito mais elevado, o que justifica o fato de o Brasil (e nenhum outro país do hemisfério sul) não possuir um centro capaz de realizar esse tipo de procedimento. Enquanto que nos Estados Unidos existem 28 centros de próton terapia em operação e 39 em outros países (IBA, 2015).

O tratamento com prótons apresenta duas vantagens: a primeira é que a dose na entrada do feixe, ou seja, na região que antecede o tumor é menor do que a dose depositada por fótons; a segunda é que após passar pelo tumor, essa deposição cai rapidamente para zero, o que leva a uma proteção das estruturas sadias vizinhas, enquanto que fótons permanecem diminuindo exponencialmente e irradiando o paciente em locais desnecessários (SCHNEIDER; WISSER, 2007).

### **1.4 Dosimetria dos Tratamentos**

A utilização de próton e íon de carbono na radioterapia externa é vantajosa na medida

em que proporciona uma forma espacial de deposição de energia ionizante predominante no final do percurso das partículas incidentes, representada por uma curva cuja maior amplitude é conhecida como pico de Bragg (PAGANETTI, 2012).

A profundidade de ocorrência do pico de Bragg depende da energia inicial da partícula, e dessa forma, a posição de deposição máxima de energia ionizante é controlada pela velocidade inicial da partícula incidente. Como consequência, consegue-se preservar os tecidos saudáveis em região prévia e posterior ao pico de Bragg, ampliar a dose no tecido alvo e obter maior taxa de controle tumoral, através da variação de parâmetros físicos aplicados na terapia (AMALDI, KRAFT, 2005).

Na terapia com íons de carbono os feixes são mais estreitos, denominados de *pencil beam*. A energia é depositada sobre o alvo através de múltiplos *pencil beams* de partículas com energias incidentes cobrindo um amplo espectro. Possuem menor radiação espalhada quando comparado com feixes de prótons. Entretanto, íons de carbono apresentam ionização após o pico de Bragg, expondo regiões imediatamente posteriores ao pico, com dose correspondente entre 10% a 20% do valor presente no pico de Bragg (AMALDI, KRAFT, 2005).

A alta dose de radiação aplicada com elevada precisão, aliada à alta transferência linear de energia (TLE) do feixe de íons de carbono, aumenta o controle tumoral, o que é essencial para obter resultados satisfatórios no tratamento (TSUJII, KAMADA e BABAA, 2008).

Para os tratamentos radioterápicos é importante a avaliação da distribuição da dose, assegurando que a deposição de dose esteja limitada ao tumor, preservando os tecidos saudáveis. Para gerar os perfis de dose em profundidade e as curvas de isodose, foi empregado o modelo do sistema Siscodes (TRINDADE e CAMPOS, 2011).

A unidade de dose recomendada para radioterapia de íons de carbono e de prótons é GyE, e é calculada pelo produto da dose física expressa em Gray (Gy), pelo valor da eficácia biológica relativa (EBR), considerando como valor 3 para radioterapia por íons de carbono e 1,1 para próton terapia, seguindo recomendações de estudos clínicos (CIRRONE, CUTTONE, 2004).

A dose liberada pelo feixe de íons de carbono é depositada em uma geometria de formato definido em um *voxel* de material, e depois é convertida para o sistema Siscodes (GRECO e WOLDEN, 2007).

### **1.5 Breve Comparativo Entre a Radioterapia Convencional e a Próton Terapia.**

Na terapia de prótons, o médico pode decidir exatamente quando e onde o próton libera a maior parte de sua energia. Isso torna possível causar danos máximos às células cancerígenas e danos mínimos aos tecidos próximos. Já na radioterapia convencional os fótons de Raios X depositam energia ao longo do caminho antes de atingir o alvo, por exemplo, na superfície do corpo e além dela. O fóton continua além do tumor, liberando

energia e prejudicando os tecidos. Isso é chamado de “dose de saída”, podendo levar a problemas de saúde após o tratamento (BRAZIER, 2019).

Na radioterapia convencional, o radiologista pode precisar usar uma dose menor que a desejada para minimizar os danos às células saudáveis. Isso pode limitar a eficácia do tratamento, com a próton terapia, o médico pode usar uma dose mais alta de radiação do que na terapia convencional, mas também pode proteger os tecidos e órgãos vitais circundantes (CAMARGO, 2015).

A próton terapia se adapta à forma do tumor (os tumores podem ser de todas as formas, tamanhos e locais), e são exclusivos para cada indivíduo. Um radiologista pode usar o hardware específico do paciente para esculpir o feixe de prótons. Eles podem personalizá-lo para atingir as bordas do tumor, qualquer que seja a forma. Além disso os feixes de prótons podem atingir o tumor de diferentes direções, isso também ajuda a diminuir os danos às células circundantes, reduzindo o risco de complicações que as pessoas geralmente associam à radioterapia (SCHNEIDER; WISSER, 2007). Outra rápida comparação entre as duas técnicas pode ser observada na figura abaixo, onde é feita uma análise na relação entre dose de entrada e profundidade que os feixes alcançam (LOZARES, 2009).

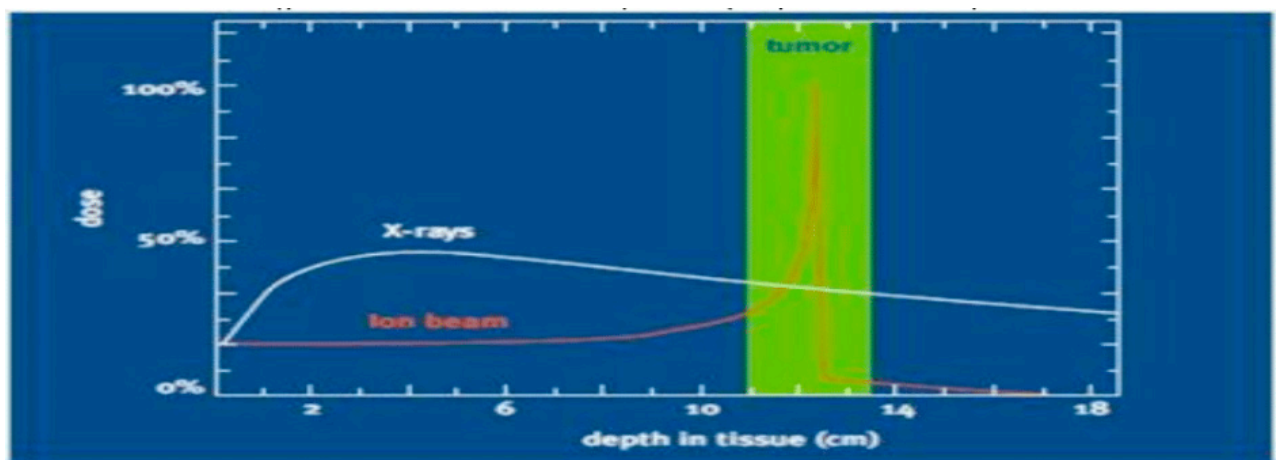


Gráfico1–Porcentagem de dose associada a penetração para feixes de prótons e fótons.

Fonte: LOZAREZ, 2009

O Gráfico 1 mostra a dose absorvida para um feixe de prótons (em vermelho) e um feixe de fótons (em branco). Claramente podemos ver o grande acúmulo de dose no máximo no pico de Bragg e também a rápida queda para zero imediatamente após a profundidade planejada. Isso significa que, por um lado, os tecidos anteriores ao volume branco são pouco irradiados e, por outro, que os posteriores recebem quase nenhuma radiação de saída. Enquanto que os feixes de fótons tem sua maior dose no início, e mesmo atingindo o tumor, existira a dose de saída. As curvas dos diferentes tipos de radiação utilizadas na radioterapia são mostradas sobrepostas. Obviamente, o formato

dessas curvas também depende do meio pelo qual elas passam e da energia da radiação (LOZARES, 2009).

O estudo visa trazer uma comparação técnica dos principais tratamentos realizados na radioterapia, através de pesquisas na literatura sobre Próton Terapia e Radioterapia Convencional, obtendo um levantamento sobre as técnicas utilizadas, dosimetria em ambos os tratamentos e um levantamento sobre os resultados obtidos diferentes tipos de câncer. Desta maneira foi comparado a eficácia e o custo benefício dos tratamentos para diversas doenças.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizado uma revisão bibliográfica, através de portais como Google Scholar, Scielo (Scientific Electronic Library Online), National Library of Medicine (NLM/PubMed) e nos livros e artigos mencionados nas referências bibliográficas.

Utilizando palavras chaves como próton terapia, dosimetria em radioterapia, câncer. Na base foi contabilizado 24 artigos, 02 livros, com pdf livre. As pesquisas foram realizadas seguindo os critérios: comparativos de doses, quantidade de pacientes, estudos que utilizaram ambas as técnicas (radioterapia convencional e terapia com prótons). Foram excluídas publicações que não continham informações sobre doses ao paciente.

Desta forma foi elaborado um comparativo entre os resultados obtidos entre as técnicas utilizadas para certos tipos de câncer que são tratados com radioterapia convencional e patologias que sejam tratados com a próton terapia.

## **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estudo mostrou as doses ao paciente para diversos tipos de câncer que são tratados tanto com a radioterapia convencional e com a próton terapia, buscando, além da dose ao paciente, qual modalidade é mais eficaz e efeitos colaterais ao paciente, demonstrado nos tópicos abaixo.

### **3.1 Comparativo Entre Tipos de Patologias**

Segundo um estudo sobre melanoma ocular de Robert L. Foot (2012), não foi encontrado diferenças na sobrevida entre os tratamentos, mas houve vantagem na preservação do olho e da visão. Também houve menos recidivas do melanoma em pacientes tratados com íons de hélio do que os tratados com a braquiterapia. A tabela 1 mostra o comparativo (FOOT, 2012).

Local	Clínica Mayo (EUA)	l'Institut Curie (França)	Instituto Paul Scherrer (Suíça)	Hospital Geral de Massachusetts (EUA)
<b>Técnica Utilizada</b>	Braquiterapia	Feixe de Prótons	Feixe de Prótons	Feixe de Prótons
<b>Taxa de Recorrência</b>	13,3%	3%	4%	3%
<b>Acuidade Visual 20/40</b>	22%	44,8%	46,9%	42,6%
<b>Taxa de enucleação</b>	17,3%	7,7%	9,3%	8,3%
<b>Nº de Pacientes</b>	156	1406	2435	2815

Tabela 1 - Comparativo entre técnicas para melanoma ocular

Fonte: Adaptado de FOOT, 2012

Para cordomas da base do crânio, as doses da radioterapia são limitadas devidas as estruturas adjacentes do cérebro, então é feito uma combinação de depuração cirúrgica agressiva com a radioterapia. Nos estudos de Krishnan (2005) a combinação da cirurgia com a radioterapia convencional foi menos efetiva que a combinação da cirurgia com a próton terapia, como pode ser visto na tabela 2 (KRISHNAN, 2005).

Local	Clínica Mayo (EUA)	Instituto Paul Scherrer (Suíça)	Harvard Cyclotron Laboratory (EUA)
Técnica Utilizada	Braquiterapia	Cirurgia/Feixe de Prótons	Feixe de Prótons
Taxa de Controle do Tumor em 5 anos	32%	81%	73%
Incidência Lesão no Lobo Temporal	10%	6%	8%
Nº de Pacientes	25	42	290

Tabela 2 - Comparativo para cordoma na base do crânio para diferentes técnicas

Fonte: Adaptado de KRISHNAN, 2005

Com relação a câncer de pulmão, um estudo de Ashley W. Jensen (2011) para casos inoperáveis, foram comparados uma técnica que inclui a combinação de quimioterapia e radioterapia convencional com outra de próton terapia. Para a primeira, a sobrevida mediana do paciente foi menor, com uma alta taxa de recorrência e toxicidade grave ou risco de morte (esofagite e pneumonite). Para os tratamentos com próton terapia, a sobrevida mediana foi maior e a taxa de recorrência menor e a toxicidade grave com risco de morte reduzida, dados demonstrados na tabela 3 (JENSEN, 2011).



<b>Local</b>	<b>Clínica Mayo (EUA)</b>	<b>Clínica Mayo (EUA)</b>	<b>Clínica Mayo (EUA)</b>	<b>MD Anderson Cancer Center</b>
<b>Técnica Utilizada</b>	Radioterapia com Raios X	Radioterapia com Raios X e Quimioterapia	Radioterapia com Raios X com dose aumentada	Feixe de Prótons
<b>Sobrevida Mediana</b>	17 meses	3-5 anos (em 15% a 18% dos casos)	40 meses	29,4 meses
<b>Taxa de Recorrência</b>	10%	40% a 80%	15%	20%
<b>Toxicidade Grave</b>	50%	48% a 53%	54%	24%
<b>Dose Absorvida</b>	60 Gy	60 Gy a 64 Gy	74 Gy	74 Gy

Tabela 3 – Comparativo entre tratamentos para câncer no pulmão não operáveis.

Fonte: Adaptado de JENSEN, 2011

Em câncer da junção esofágica e gastroesofágico o padrão é a combinação de quimioterapia com radioterapia, com ou sem ressecção cirúrgica. Com a radioterapia convencional, a toxicidade grave é considerável, com uma taxa de sobrevida global baixa e um possível aumento no risco de uma anormalidade no miocárdio. Com a próton terapia a dose absorvida pelo coração foi menor, diminuindo a morbidade relacionadas as toxicidades cardiopulmonares, como detalhado na tabela 4 (COOPER, 1999).

<b>Técnica Utilizada</b>	<b>Radioterapia com Raios X</b>	<b>Próton Terapia</b>
<b>Taxa de Sobrevida em 5 anos</b>	20% a 30%	Até 50%
<b>Toxicidade Grave</b>	33%	< 5%
<b>Dose Absorvida pelo coração</b>	58% a 75%	9%

Tabela 4 – Comparativo entre tratamentos para câncer na junção esofágica e gastroesofágico.

Fonte: Adaptado de COOPER, 1999

Sobre o risco estimado de um novo câncer, que possa ser induzido pela técnica aplicada, um estudo de Xiangkui (2005) mostra uma grande vantagem na utilização da terapia por feixe de prótons no tratamento para meduloblastoma, após irradiação espinhal, em crianças. Os dados foram compilados na tabela 5 (XIANGKUI, 2005)

<b>Técnica Utilizada</b>	<b>Risco de Câncer induzido pela radiação</b>
<b>Feixe Raios X modulados</b>	30%
<b>Feixe de elétrons</b>	21%
<b>Feixe Raios X convencional</b>	20%
<b>Feixe de elétrons modulados</b>	15%
<b>Feixe de prótons</b>	4%

Tabela 5 – Comparativo de risco de indução de um novo câncer.

Fonte: Adaptado de XIANGKUI, 2005

A tabela 6 ilustra a comparação entre as técnicas de radioterapia pediátrica para um tratamento de meduloblastoma após a irradiação cranioespinhal. No estudo feito por William St. Clair (2004) houve uma acentuada queda da dose de tecido normal da coluna vertebral. Por exemplo, a dose para 90% da cóclea foi reduzida de 101,2% da dose de reforço para a cóclea prescrita das radiografias convencionais para 33,4% e 2,4% do IMRT e prótons, respectivamente (ST. CLAIR, 2004).

<b>Técnica Utilizada</b>	<b>Dose de reforço 90% da cóclea</b>	<b>Dose para 50% do volume cardíaco</b>
<b>Feixe raios x convencional</b>	101,2%	72,2%
<b>Feixe raios x modulado</b>	33,4%	29,5%
<b>Feixe de prótons</b>	2,4%	0,5%

Tabela 6 – Comparativo de técnicas para meduloblastoma via irradiação cranioespinhal.

Fonte: Adaptado de ST. CLAIR, 2004

A tabela 7 é um compilado sobre um estudo do Grupo Colaborativo dos Primeiros Pesquisadores em Câncer de Mama demonstrou um controle melhorado do tumor em cinco anos e um aumento no câncer de mama em 15 anos e nas taxas de mortalidade geral com o uso de terapia adjuvante de Raios X. Nesta pesquisa sobre o câncer de mama no estágio I foi encontrado três planos de tratamento (CLARK, 2005).

Técnica Utilizada	Dose média reduzida no pulmão	Dose média reduzida no coração	Dose média reduzida na mama contralateral	Dose média para corpo inteiro
Feixe de prótons passivamente dispersos	71% (100% no pulmão contralateral)	75%	88%	37%
Feixe de prótons ativamente escaneados	81% (100% no pulmão contralateral)	99%	96%	54%

Tabela 6 – Comparativo de técnicas para meduloblastoma via irradiação cranioespinhal.

Fonte: Adaptado de CLARK, 2005

Em um estudo do Dr. Edward Soffen sobre câncer de próstata, a terapia de prótons forneceu significativamente menos radiação na bexiga e no reto do que a radiação de Raios X. A Figura 2 mostra as áreas ao redor da próstata expostas à radiação durante o tratamento. Onde o tratamento com raios X padrão libera radiação a partir do momento em que penetra na pele e até o outro lado do tumor, a terapia de prótons deposita radiação diretamente no tumor sem sair do problema saudável circundante (SOFFEN, 2019).

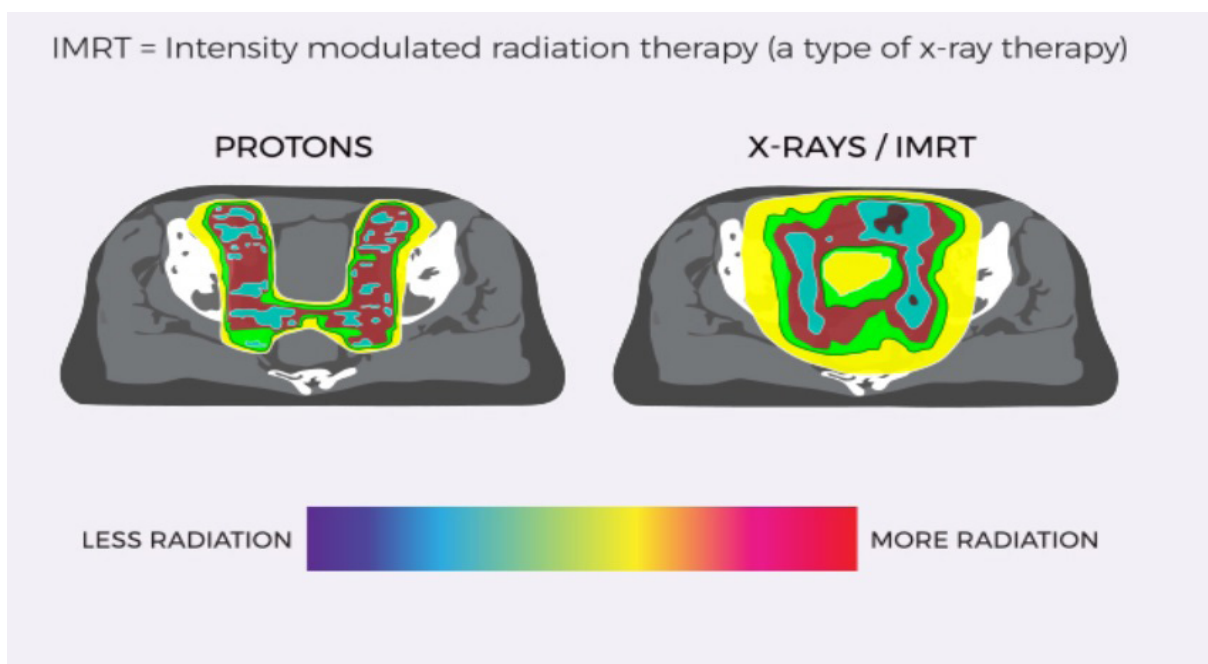


Figura 2 – Comparativo entre redução de dose em tratamentos para câncer de próstata.

Fonte: SOFFEN, 2019

### 3.2 Custo-Benefício

Sabemos o quão eficaz é o tratamento com próton terapia, mas os custos de um tratamento é muito elevado, em países com centros específicos o valor de um tratamento chega a R\$ 200.000,00 e para instalar um equipamento o valor sobe para 100 milhões de

dólares, esse é um dos motivos pelo qual o Brasil não tem um centro de tratamento de próton terapia (IBA,2018).

Devemos entender que não é apenas o custo para o paciente, por trás do produto final que é o tratamento, tem toda uma infraestrutura de equipamentos específicos, sistemas computacionais, obras de engenharia, profissionais capacitados e manutenção periódica (NUNES, 2012).

Em comparação com a radioterapia, temos uma grande diferença que é o SUS, pois atualmente no Brasil temos esse tipo de tratamento de graça para muitos pacientes, que mesmo com toda a eficácia da próton terapia, devemos nos perguntar se o nosso sistema de saúde conseguiria bancar esse tratamento para os brasileiros (ANVISA, 2017).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A próton terapia tem várias vantagens sobre a radioterapia convencional. Nos estudos sobre melanoma ocular existe a possibilidade de dispensar uma cirurgia, um tempo menor para tratamento e mais pacientes são elegíveis ao tratamento. A partir dos dados obtidos nos estudos sobre cordoma da base do crânio, a terapia com prótons se mostrou mais eficaz que a radioterapia convencional produzindo uma maior probabilidade de controle tumoral, sem aumentar o risco de lesão do lobo temporal.

Nos casos de câncer de pulmão os estudos mostram que o aumento de dose não se torna viável para a radioterapia convencional, pois pode afetar severamente o coração e o próprio pulmão, mas o aumento da dose na terapia por prótons foi bem sucedida. No caso de esôfago a terapia por feixe de prótons diminuiu drasticamente morbidades relacionadas a problemas no coração, decorrentes da radioterapia. A questão do risco de câncer induzido por causa da radioterapia também foi bem reduzida. Estudos também demonstraram a queda de dose absorvida por diferentes tecidos, quando comparada a radioterapia convencional e a próton terapia.

Assim, através dos dados apresentados concluímos que a próton terapia é mais eficaz no combate a neoplasias, com menos efeitos colaterais para o paciente. Reconhecemos a necessidade de gerar, avaliar, integrar e gerenciar conhecimentos relacionados à terapia com feixe de prótons para transformar o processo de prestação de assistência e desta forma tentar diminuir os custos para os pacientes e para a sociedade.

#### REFERÊNCIAS

AMALDI U., KRAFT G. **Radiotherapy with beams of carbon ions**. IOPSCIENCE. Rep Prog Phys. 2005; 68:1861-82. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/68/8/R04/meta>>. Acessado em 20 de agosto de 2019.

ANVISA – **Nota Técnica Orientativa nº 003/2017**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acessado em 15 de outubro de 2019.

BRAZIER, Yvette – **Proton Therapy as an Option for Trating Cancer**, N. Medical News Today. 2019  
Disponível em: <<https://www.medicalnewstoday.com/articles/268629.php>>. Acessado em 20 de agosto de 2019.

CAMARGO, Renato. **Radioterapia e Medicina Nuclear - Conceitos, Instrumentação, Protocolos, Tipos de Exames e Tratamentos**. São Paulo: Saraiva Editora, 2015. 103-123 p

CIRRONE, G., CUTTONE, G. et al. **A 62-MeV proton beam for the treatment of ocular melanoma at Laboratori Nazionali del Sud-INFN**. IEEE Transactions on Nuclear Science. 2004;51: 860-5.

CLARKE, M. **Effects of Radiotherapy and of Differences in the Extent of Surgery for Early Breast Cancer on Local Recurrence and 15-year Survival: An Overview of the Randomized Trials**. PubMed. 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16360786/>>. Acessado em 15 de março de 2020.

COOPER, J.S. **Chemoradiotherapy of Locally Advanced Esophageal Cancer: Long-Term Follow-Up of a Prospective Randomized Trial (RTOG 85-01)**. Pubmed. 1999. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10235156/>>. Acessado em 15 de março de 2020.

FOOT, R.L., STAFFORD S.L. **The clinical case for proton beam therapy**. US National Library of Medicine. 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3549771/#B39>> Acessado em 15 de março de 2020.

GRECO, C., WOLDEN, S. **Current status of radiotherapy with proton and light ion beams**. Câncer. 2007; 109:1227-38.

IBA, **CENTROS DE TRATAMENTOS DE PRÓTONS TERAPIA**. 2015/2018. Disponível em <https://iba-worldwide.com/proton-therapy/why-proton-therapy> , acessado em 08/07/2020

JENSEN, A.W. **Radiation Complications and Tumor Control After 125I Plaque Brachytherapy for Ocular Melanoma**. PubMed. 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16111577/>>.Acessado em 15 de março de 2020.

KRISHNAN, S. **Radiosurgery for Cranial Base Chordomas and Chondrosarcomas**. PubMed. 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15792516/>>.Acessado em 15 de março de 2020.

LOZARES, S., MAÑERU, F., PELLEJERO, S. **Radioterapia con partículas pesadas**. Scielo. 2009. Disponível em: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000400009](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000400009)  
Acessado em 01 de novembro de 2019.

MORIKAWA, Lisa. **Radioterapia Contemporânea**. São Paulo: Atheneu Editora, 2015. 150-180 p.

NUNES, M. D'A. **Próton Terapia: Interesse Mundial**. Ribeirão Preto. Ed: Saúde, p. 15. São Paulo, 2012

PAGANETTI, H. **Proton Therapy Physics**. Boston: Taylor & Francis Group, 2012. p. 690

PERES, Leonardo. **Princípios Físicos e Técnicos em Radioterapia**. São Paulo: Rubio Editora, 2017. 70-140 p.

PTCOG - **PARTICLE THERAPY CO-OPERATIVE GROUP**, P. Hadron Therapy Patient Statistics. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://ptcog.web.psi.ch/Archive/Patientstatistics-updateMar2012.pdf>>. Acessado em 15 de setembro de 2019



SCHNEIDER, R., WISSER, L. **Proton therapy with spot scanning: the Rinecker Proton Therapy Center in Munich.**, v. 57, n. 5, p. 202–209, 2007

SOFFEN, E. **Proton therapy as one of the most advanced ways of treating.** ProCure. 2019. Disponível em: < <https://www.procore.com/prostate-cancer/>>. Acessado em 05 de Abril de 2020.

ST. CLAIR, W. H. **Advantage of Protons Compared to Conventional X-ray or IMRT in the Treatment of a Pediatric Patient With Medulloblastoma.** PubMed. 2004. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14967427/>>. Acessado em 15 de março de 2020.

TODESCATTO, T. **Princípios Físicos e Práticas de Radioterapia.** São Paulo: Clube de Autores Editora, 2019. 80-120 p.

TRINDADE, B. M., CAMPOS, T.P.R. **Sistema computacional para dosimetria de nêutrons e fótons baseado em métodos estocásticos aplicado a radioterapia e radiologia.** Radiol Bras. 2011. 109-116 p.

TSUJII, H., KAMADA, T. BABA, M. et al. **Clinical advantages of carbon-ion radiotherapy.** New J Phys. 2008;10.

WILSON, R. R. **Radiological use of fast protons.** Radiology, v. 47, n. 5, p. 487–91, Nov. 1946.

XIANGKUI M. **Does Electron and Proton Therapy Reduce the Risk of Radiation Induced Cancer After Spinal Irradiation for Childhood Medulloblastoma? A Comparative Treatment Planning Study.** PubMed. 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16165914/>>;  
Acessado em 15 de março de 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Angiotomografia 42, 43

### C

Câncer 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

### D

Diabetes 15, 16, 17, 19, 20, 23

Diagnóstico Radiológico 27

Doença Arterial 42, 43, 45

Doenças Infeciosas 27, 40

Dosimetria 1, 4, 7, 14

### E

Eletrônico 47, 48, 50, 51

Equipe 18, 49, 50

Equipe Médica 18, 49

### H

Hospital 8, 21, 25, 26, 27, 40, 42, 43, 47

### I

Indução 10, 15, 23, 24

### M

Material 5, 15, 16, 17, 29, 39, 47, 49

Membros Inferiores 42, 43

Multidisciplinar 49

### N

Nefropatia 15, 19, 20, 23, 24, 25, 26

Neoplasia 1, 3

### P

Paciente 3, 4, 6, 7, 8, 12, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 47, 48, 49, 50, 51

Profissionais 1, 2, 12, 15, 17, 18, 20, 24, 49  
Prontuário 47, 48, 49, 50, 51  
Próton Terapia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13

## **R**

Radiologia 1, 2, 14, 25, 26, 40, 47, 49, 52  
Radioterapia Convencional 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12  
Reações 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26  
Redes 48, 49, 50

## **S**

Saúde 1, 6, 12, 13, 15, 17, 20, 24, 26, 29, 48, 49  
Serviços 50

## **T**

Tecnologia 47, 48, 52

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Radiodiagnóstico e Procedimentos Radiológicos 3

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Radiodiagnóstico e Procedimentos Radiológicos 3

  
Ano 2020