

# A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde

Benedito Rodrigues da Silva Neto  
(Organizador)



# A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde

Benedito Rodrigues da Silva Neto  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial****Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



## A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Benedito Rodrigues da Silva Neto

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M489 A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-973-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.735221502>

1. Medicina. 2. Saúde. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da (Organizador). II. Título.

CDD 610

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



## APRESENTAÇÃO

Iniciamos o ano de 2022 com mais um projeto de qualidade na área da saúde, trata-se da obra “A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde - volume 1” coordenada pela Atena Editora, e inicialmente, compreendida em dois volumes.

Sabemos que o olhar técnico é de extrema importância na determinação dos processos patológicos, assim como o desenvolvimento de metodologias que sejam cada vez mais acuradas e assertivas no diagnóstico. Uma consequência desse processo é o estabelecimento de práticas otimizadas e eficazes para o desenvolvimento da saúde nos âmbitos sociais e econômicos.

Todo material aqui disposto, está diretamente relacionado com o trabalho constante dos profissionais da saúde na busca deste desenvolvimento mencionado, mesmo em face dos diversos problemas e dificuldades enfrentados. Assim, direcionamos ao nosso leitor uma produção científica com conhecimento de causa do seu título proposto, o que a qualifica mais ainda diante do cenário atual e aumentando a importância de se aprofundar no conhecimento nas diversas técnicas de estudo do campo médico que tragam retorno no bem estar físico, mental e social da população. Esta obra, portanto, compreende uma comunicação de dados muito bem elaborados e descritos das diversas áreas da medicina oferecendo uma teoria muito bem elaborada em cada capítulo.

Por fim, oferecer esses dados através de uma literatura, rigorosamente avaliada, evidencia a importância de uma comunicação sólida com dados relevantes na área médica, deste modo a obra alcança os mais diversos nichos das ciências médicas.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Benedito Rodrigues da Silva Neto

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **(HYDROXY)CHLOROQUINE, HEPARINS, AND GLUCOCORTICOIDS IN COVID-19 TREATMENT: A SYSTEMATIC REVIEW**

Jucier Gonçalves Júnior  
Thais Helena Bonini Gorayeb  
Carolina Teixeira Cidon  
Maria Eugênia Teixeira Bicalho  
Victor Caires Tadeu  
João Calvino Soares de Oliveira  
Vitor Antonio de Angeli Oliveira  
Ana Luísa Cerqueira de Sant'Ana Costa  
Samuel Katsuyuki Shinjo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215021>

### **CAPÍTULO 2..... 24**

#### **A INFLUÊNCIA DA SUBSTÂNCIA CINZENTA PERIAQUEDUTAL NO PROCESSAMENTO DA DOR DE PACIENTES COM FIBROMIALGIA – UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Bárbara Andrade Lima  
Keyla Iane Donato Brito Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215022>

### **CAPÍTULO 3..... 34**

#### **ANÁLISE INTEGRATIVA DA SÍNDROME DOS OVÁRIOS POLICÍSTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Júlia Ferrari Paulista  
Andressa Delponte Sagrillo  
Julia Teston  
Fátima Abrahão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215023>

### **CAPÍTULO 4..... 43**

#### **ASSOCIAÇÃO ENTRE DISTÚRBIOS METABÓLICOS E DOENÇAS AUTOIMUNES**

Carolina Bassoli de Azevedo Bella  
Gabriela de Sena Garcia Maia  
Helena de Jesus Souza  
Roberta de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215024>

### **CAPÍTULO 5..... 58**

#### **ABORDAGEM DE HEPP-COQUINAUD EM PACIENTE COM SÍNDROME DE MIRIZZI IV: RELATO DE CASO**

Thais Gomes de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215025>

**CAPÍTULO 6..... 66**

**ANAL CYTOLOGY IN IMMUNOCOMPETENT PATIENTS WITH HIGH-GRADE INTRAEPITHELIAL NEOPLASIA (CIN II AND CIN III)**

Marcio Erik Franco Ribeiro  
Lyliana Coutinho Resende Barbosa  
Taylor Brandão Schnaider  
Bruno Alexandre Napoleão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215026>

**CAPÍTULO 7..... 80**

**DOSIMETRIA FRICKE: UMA METODOLOGIA PARA DETERMINAR O VALOR DO RENDIMENTO QUÍMICO DA RADIAÇÃO PARA HDR COM FONTES DE 192IR**

Andrea Mantuano Coelho da Silva  
Camila Salata  
Carla Lemos da Silva Mota  
Arisa Pickler de Oliveira  
Mariano Gazineu David  
Paulo Henrique Gonçalves Rosado  
Vanessa Mondaini de Castro  
Glorimar Jesus de Amorim  
Luis Alexandre Gonçalves Magalhães  
Carlos Eduardo Veloso de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215027>

**CAPÍTULO 8..... 94**

**ESTRESSE OXIDATIVO E A RIBOFLAVINA: UMA ABORDAGEM FISIOPATOLÓGICA DA SÍNDROME METABÓLICA**

Ricardo Braga Varella  
Rodrigo Suiter Dias Malpaga  
Eitor Moraes Alves de Toledo  
Leonardo Bartolomeu Coradini Impaléa  
Guilherme Chohfi de Miguel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215028>

**CAPÍTULO 9..... 102**

**ESTUDO COMPARATIVO DA EFICÁCIA VIDEOENDOSCÓPICA DA URETROTOMIA INTERNA CLÁSSICA COM FACA FRIA E DA URETROTOMIA INTERNA COM HO: YAG LASER NO TRATAMENTO DE ESTENOSE DA ANASTOMOSE VESICO-URETRAL EM PACIENTES SUBMETIDOS A PROSTATECTOMIA RADICAL RETROPÚBICA**

Henrique Donizetti Bianchi Florindo  
André Guilherme Lagreca da Costa Cavalcanti  
Irineu Rubinstein

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7352215029>

**CAPÍTULO 10..... 143**

**A FEMINIZAÇÃO NA NEUROCIRURGIA**

Maria Clea Marinho Lima

Renata Alves de Sousa  
Giovanni Silveira Maioli  
Ernesto Gomes da Silva Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150210>

**CAPÍTULO 11..... 153**

**MANIFESTAÇÃO NEUROLÓGICA HEMORRÁGICA EM PACIENTE JOVEM PÓS COVID-19: UM RELATO DE CASO**

Letícia Gusso Scremin  
Shema El- Iaden Hammound  
João Victor Rodrigues Bubicz  
Nick Dorneli de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150211>

**CAPÍTULO 12..... 164**

**INFLUÊNCIA DE ANDRÓGENOS NA MASSA CORPORAL E NO OSSO**

Trayse Graneli Soares  
Isabel Rodrigues Rosado  
Julia Perinotto Picelli  
Renato Linhares Sampaio  
Ian Martin  
Endrigo Gabellini Leonel Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150212>

**CAPÍTULO 13..... 178**

**MICROCEFALIA**

Aline Rabelo Rodrigues  
Beatriz Pereira Vilela  
Danielly Maximino da Rocha  
Enzo Lustosa Campos  
Geovana Sousa Macedo  
Igor Costa Santos  
João Victor Carvalho da Paz  
Larissa Alves Peixoto  
Natália da Silva Fontana  
Valdecir Boeno Spenazato Júnior  
Bruno Borges Ferreira Gomes  
Eduardo Beneti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150213>

**CAPÍTULO 14..... 188**

**O PAPEL DO PROCESSO INFLAMATÓRIO NA DOENÇA DE CHAGAS E SUAS POTENCIALIDADES TERAPÊUTICAS**

Daniel Evangelista de Miranda  
Renata Dellalibera-Joviliano  
Reinaldo Bulgarelli Bestetti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150214>

**CAPÍTULO 15..... 192**

**O USO DA LAPAROSCOPIA PARA DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA HÉRNIA DE SPIEGEL – UMA SÉRIE DE CASOS**

Alexandra Mano Almeida  
Daniel Souza Lima  
Roberto Sérgio de Andrade Filho  
Hélio José Leal Silva Júnior  
Gleydson César de Oliveira Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150215>

**CAPÍTULO 16..... 202**

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DO CÂNCER DE TIREOIDE NO BRASIL: UM ESTUDO DESCRITIVO DE 2015 A 2019**

Arthur Silva da Silva  
Brunna Machado Medeiros  
Vinicius Kaiser Queiroz  
Pablo Enrique Sanabria Rocha  
Luana de Oliveira Rodrigues  
Maria Alice Souza de Oliveira Dode

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150216>

**CAPÍTULO 17..... 208**

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO E SOCIODEMOGRÁFICO DE RECÉM-NASCIDOS DE BAIXO PESO NO ESTADO DE MATO GROSSO, NO PERÍODO DE 2015 A 2019**

Giovana Elisa Rosa Galiassi  
Thayná Garcia Strey  
Emerson Giuliano Palacio Favaro  
Gisele do Couto Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150217>

**CAPÍTULO 18..... 224**

**REVISÃO LITERÁRIA SOBRE OBSTRUÇÕES ARTERIAIS DECORRENTES DE PREENCHIMENTOS NA FACE E SEUS POSSÍVEIS PREJUÍZOS NA VISÃO**

Gabriela Ferreira Kozlowski  
Ana Paula Müller Penachio  
Carla Mottin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150218>

**CAPÍTULO 19..... 226**

**SÍNDROME DE MOEBIUS: RELATO DE CASO**

Paula de Carvalho Bacelar  
Maria Raimunda Brito Pinheiro Ramos  
Maria Cláudia Pinheiro Rufino Ribeiro  
Luma Solidade Barreto  
Paulo Ricardo Martins Almeida  
Daniel Oliveira Coelho  
Micaela Henriette Gaspar Souza

Marcella Queiroz Bacelar Nunes  
Ana Helena Lobato Jinkings Pavão  
Maurício Luis Dall'Agnol  
Giovana de Paiva Adler  
Maria Zilda Pinheiro Ribeiro Reis Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150219>

**CAPÍTULO 20..... 235**

**TUBERCULOSE INTESTINAL PERFURADA SIMULANDO EXACERBAÇÃO DE DOENÇA DE CROHN**

João Felipe Federici de Almeida  
Everton Bruno Castanha  
Guilherme Lourenço de Oliveira Silva  
Ricardo Lima Lopes  
Carlos Henrique Arruda Salles

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.73522150220>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 239**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 240**

# CAPÍTULO 7

## DOSIMETRIA FRICKE: UMA METODOLOGIA PARA DETERMINAR O VALOR DO RENDIMENTO QUÍMICO DA RADIAÇÃO PARA HDR COM FONTES DE <sup>192</sup>Ir

Data de aceite: 01/02/2022

### **Andrea Mantuano Coelho da Silva**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Física, Departamento de Física  
Aplicada e termodinâmica  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/8216818357165854>

### **Camila Salata**

Comissão Nacional de Energia Nuclear  
(CNEN), Divisão de aplicações médicas e de  
pesquisa  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/5605267512779938>

### **Carla Lemos da Silva Mota**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Física, Departamento de Física  
Aplicada e termodinâmica  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/7363223369143002>

### **Ariッサ Pickler de Oliveira**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Física, Departamento de Física  
Aplicada e termodinâmica  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/8893261181318201>

### **Mariano Gazineu David**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto Politécnico, Laboratório de Ensaios  
Físicos (LEFI)  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/1712989759448071>

### **Paulo Henrique Gonçalves Rosado**

Instituto de Radioproteção e dosimetria,  
Laboratório Nacional de metrologia das  
radiações ionizantes (LNMRI/IRD/CNEN)  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/6927176622130453>

### **Vanessa Mondaini de Castro**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/6603334387129454>

### **Glorimar Jesus de Amorim**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ

### **Luis Alexandre Gonçalves Magalhães**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/2049737007192492>

### **Carlos Eduardo Veloso de Almeida**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Laboratório de Ciências Radiológicas,  
Departamento de Ciências Radiológicas  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/6836623990976293>

**RESUMO:** O dosímetro Fricke é o dosímetro químico líquido mais utilizado. A braquiterapia de alta taxa de dose (HDR) com fontes de  $^{192}\text{Ir}$  é uma opção de tratamento importante e tem se mostrado uma opção viável para o padrão de dose absorvida na água. Um dos parâmetros usados para determinar a dose absorvida na solução Fricke é o valor de G ( $G(\text{Fe}^{3+})$ ). Este parâmetro é crucial e pode ser definido como o número de moléculas de  $\text{Fe}^{+3}$  produzidas por Joule de energia absorvida na solução. Poucos autores determinaram o valor G para energias abaixo de  $^{60}\text{Co}$ . A maior parte dos artigos na literatura compara o valor G com  $^{60}\text{Co}$  e diferentes qualidades de feixe. Os valores G para energias menores que  $^{60}\text{Co}$  não estão bem definidos, alguns autores o obtiveram por meio de medidas calorimétricas e em outros o  $G(\text{Fe}^{3+})$  foi obtido a partir do formalismo empírico baseado nos produtos primários e valores de transferência linear de energia (LET). O presente trabalho tem como objetivo determinar o valor G para  $^{192}\text{Ir}$  HDR usando uma nova configuração elaborada pelo grupo do Laboratório de Ciências Radiológicas (LCR/DCR/UERJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. O trabalho foi realizado para braquiterapia HDR com fonte  $^{192}\text{Ir}$  (*GammaMed Plus HDR 232, Varian*) no Serviço de Radioterapia do HUCFF - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Rio de Janeiro, Brasil. A metodologia do Brasil é comparada a metodologia utilizada pelo laboratório primário National Research Council Canada (NRC) do Canadá. Os resultados mostraram uma resposta metroológica de alta qualidade com doses de 22 Gy e taxa de dose de  $0,01\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ . O valor G calculado foi  $1,550 \pm 0,019 \mu\cdot\text{mol}\cdot\text{J}^{-1}$  e a incerteza padrão combinada de 1,19% ( $k=1$ ).

**PALAVRAS-CHAVE:** Dosímetro Fricke, Ciências radiológicas, Braquiterapia HDR.

### FRICKE DOSIMETRY: A METHODOLOGY TO ASSESS THE RADIATION CHEMICAL YIELD VALUE FOR $^{192}\text{Ir}$ HDR SOURCES

**ABSTRACT:** The Fricke dosimeter is the most used liquid chemical dosimeter. High dose rate (HDR) brachytherapy using  $^{192}\text{Ir}$  sources is an important treatment option and it has been shown to be a feasible option for the absorbed dose standard. One of the parameters used to determine the absorbed dose at the Fricke solution is the G-value ( $G(\text{Fe}^{3+})$ ). This parameter is crucial and can be defined as the number of molecules of  $\text{Fe}^{+3}$  produced per Joule of energy absorbed in the solution. Few authors have determined the G-value for energies below the  $^{60}\text{Co}$ . Most part of the papers on the literature compares the G-value to  $^{60}\text{Co}$  and different beam qualities. The G-value for energies lower than Co-60 are not well defined, some authors obtained it through calorimetric measurements and others the  $G(\text{Fe}^{3+})$  was obtained from the empirical formalism based on the primary products and Linear energy transfer (LET) values. The present work aims to determine the G-value for  $^{192}\text{Ir}$  HDR using a new setup elaborated by Radiological Sciences Laboratory group (LCR/DCR/UERJ) at Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, Brazil. It was performed using a HDR brachytherapy using  $^{192}\text{Ir}$  source (*GammaMed Plus HDR 232, Varian*) at the Radiotherapy department of HUCFF - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Rio de Janeiro, Brazil. The methodology in Brazil is compared to the methodology used by the primary laboratory national research council Canada (NRC) of Canada. The results showed a high-quality metrological response to doses of 22 Gy with a dose rate of  $0.01\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ . The G value calculated was  $1.550 \pm 0.019 \mu\cdot\text{mol}\cdot\text{J}^{-1}$  and standard combined uncertainty of 1.19% ( $k=1$ ).

**KEYWORDS:** Fricke dosimeter, Radiological science, HDR brachytherapy.

## 1 | INTRODUÇÃO

A braquiterapia de alta taxa de dose (HDR-BT) com fontes de  $^{192}\text{Ir}$  é um tipo temporário de braquiterapia, onde a fonte radioativa é colocada bem próxima ao tumor durante o procedimento de implantação do aplicador (Skowronek *et al.*, 2013). Um dos problemas associados ao uso de fontes de  $^{192}\text{Ir}$  está relacionado à sua calibração. (Stump *et al.*, 2002).

Na prática clínica, a medição da dose absorvida na água é estritamente necessária. O desenvolvimento de padrões primários para esta grandeza tem sido um importante objetivo do *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM). O INMETRO em suas diretrizes recomendou que os laboratórios nacionais designados, a exemplo do Laboratório de Metrologia do Laboratório de Ciências Radiológicas (LABMETRO-LCR), implementem a padronização primária na grandeza de interesse, ou seja, dose absorvida na água. A dosimetria Fricke vem sendo estudada como uma possibilidade para medir a dose absorvida na água de forma absoluta. De forma resumida, a dosimetria Fricke consiste em medir a dose, por espectrofotometria, pela conversão através da radiação ionizante dos íons ferrosos presentes na solução, em íons férricos (Austerlitz *et al.* 2008; Klassen *et al.* 1999; Olszanski *et al.* 2002).

Apesar das medidas com a dosimetria Fricke apresentarem boa linearidade e reprodutibilidade, sua metodologia exige bastante atenção e cuidado por parte do pesquisador. Impurezas orgânicas ou inorgânicas na solução podem alterar de forma significativa sua resposta linear. Talvez, por esta razão, poucos laboratórios no mundo trabalhem com esta dosimetria. Entre eles estão o Laboratório de Ciências Radiológicas da UERJ (LCR), o *National Research Council Canada* (NRC). Os laboratórios *Federal Institute of Metrology* (METAS) na Suíça e o *National Institute of Metrology* (NIM) na China já utilizam a dosimetria Fricke como padrão primário e/ou dosímetro de referência e transferência {Formatting Citation}. Essas utilizações possibilitadas por este projeto abrem portas para serviços de dosimetria que ainda não foram implementados no Brasil. A partir desses resultados começamos a fazer testes para validar esse projeto.

O Presente trabalho tem como objetivo o estabelecimento de um padrão primário para medida da dose absorvida na água, através da dosimetria Fricke. A elaboração deste sistema permite a implementação de um serviço de calibração para fontes de  $^{192}\text{Ir}$ , possibilitando a participação deste laboratório no processo de validação metrológica através de comparações interlaboratoriais com o BIPM.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Preparo da Solução

Para o preparo da solução Fricke foram utilizados: 22 ml de ácido sulfúrico 98%

(Merck), 0,06 g de cloreto de sódio (Merck) e 0,392 g de sulfato de ferro II hexahidratado (Merck), diluídos em água Mili-Q, para 1 L de solução. No método adotado pelo LCR, a solução Fricke é preparada em um balão volumétrico limpo de 1 L, onde primeiramente o ácido é dissolvido diluído em 300 mL de água Mili-Q, e pré-irradiado com feixe de fótons, com uma dose de 10 Gy. Após 24h os demais ingredientes são pesados em uma balança analítica, adicionados à mistura água-ácido e, finalmente, água Mili-Q é acrescentada até o volume de 1 L. A preparação do dosímetro Fricke foi realizada de acordo com de acordo com Mantuano *et al.*, 2020.

## 2.2 Teste de linearidade, repetitividade e reprodutibilidade.

Foram testadas para repetitividade e reprodutibilidade, oito varetas utilizadas para a irradiação da solução Fricke na fonte de Ir-192 para posterior cálculo da dose absorvida na água (Figura 2), e também quatro frascos redondos utilizados no irradiador de animais RS200 do Laboratório de Ciências Radiológicas para controle de qualidade da solução Fricke (Figura 3).

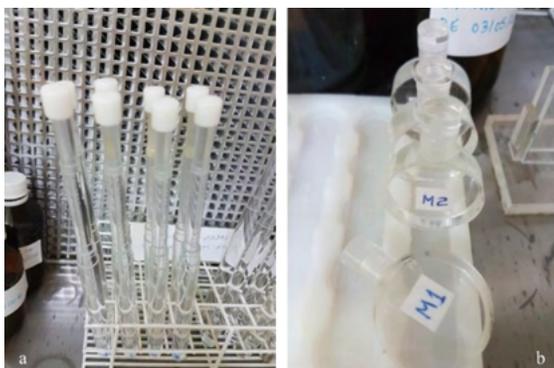


Figura 1 – a) Varetas com solução Fricke utilizadas para irradiação com fonte de Ir-192; b) Frascos redondos com solução Fricke utilizados no irradiador de animais para controle de qualidade.

A figura 2 mostra o espectrofotômetro adquirido pelo LCR para as leituras de absorvância.

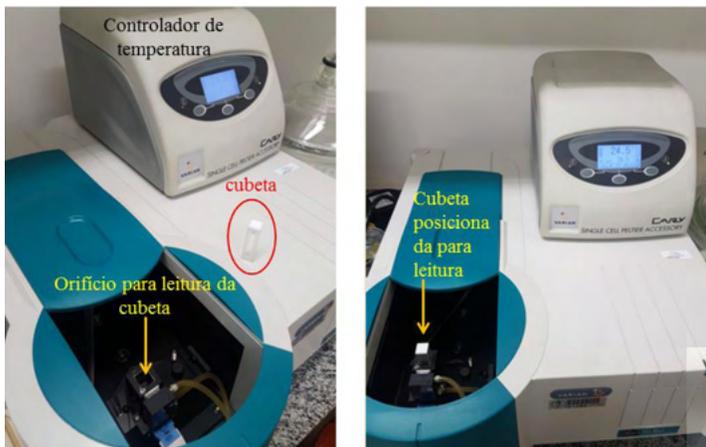


Figura 2. Espectrofotômetro e cubeta utilizados para a leitura de absorvância (Abs) no LCR.

As figuras 3 e 4 mostram os gráficos com os valores das respostas das varetas e a figura 5 para os frascos dos testes de repetitividade e reprodutibilidade. As varetas são divididas em dois grupos: V1 a V4 e de VI a VL. Os frascos são nominados M1 a M4.

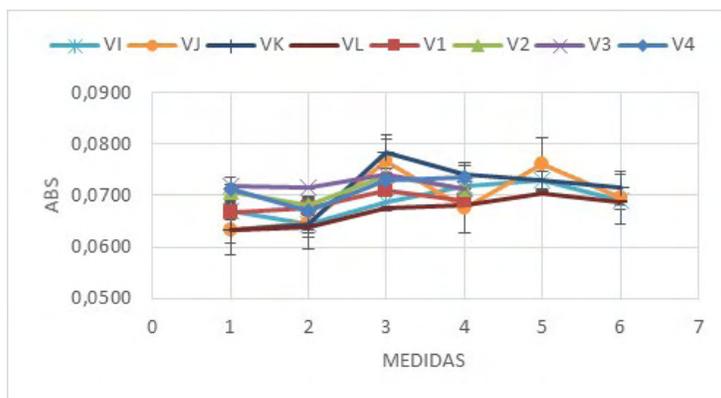


Figura 3 - Gráfico com valores de absorvância e seus respectivos desvios padrão para os testes de repetitividade e reprodutibilidade para as varetas.

O teste das varetas mostrou uma incerteza máxima tipo A de 0,6%, para o teste com os frascos a incerteza máxima tipo A foi maior para a repetibilidade sendo 1,32%.

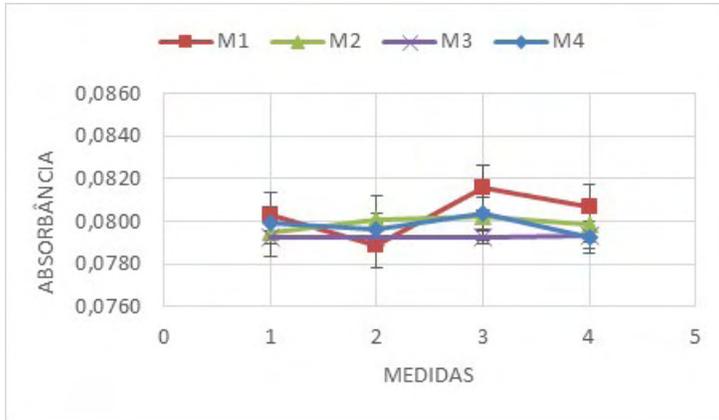


Figura 4 - Gráfico com valores de absorvância e seus respectivos desvios padrão para os testes de repetitividade e reprodutibilidade para os frascos.

O teste de linearidade foi realizado de duas formas. Primeiramente variando a corrente e a dose, apresentando mudança na taxa de dose. Em seguida, foi realizado mudando o tempo e mantendo a corrente, mantendo assim a taxa de dose fixa. As irradiações foram realizadas no irradiador de animais RS200 utilizando bolsas de polipropileno. A figura 6 mostra o suporte confeccionado no LCR para os frascos e bolsas de polipropileno com um orifício para a câmara de ionização. A câmara é utilizada como referência. Neste trabalho utilizamos a câmara tipo Farmer NE 2571 0,6 Cm<sup>3</sup>.

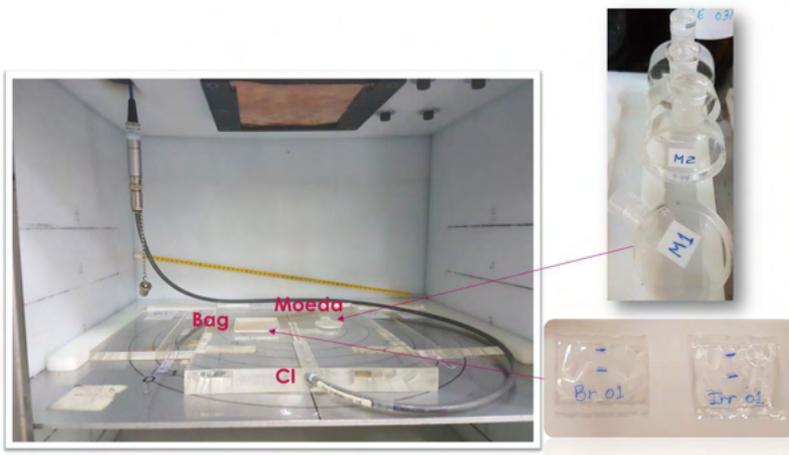


Figura 5 – suporte de PMMA confeccionado para bolsa de polipropileno, frasco e câmara de ionização.

A figura 6 mostra a linearidade com o tempo variando de 150 a 900 s com corrente fixa de 24 mA na qualidade dos raios X de 150 kV.

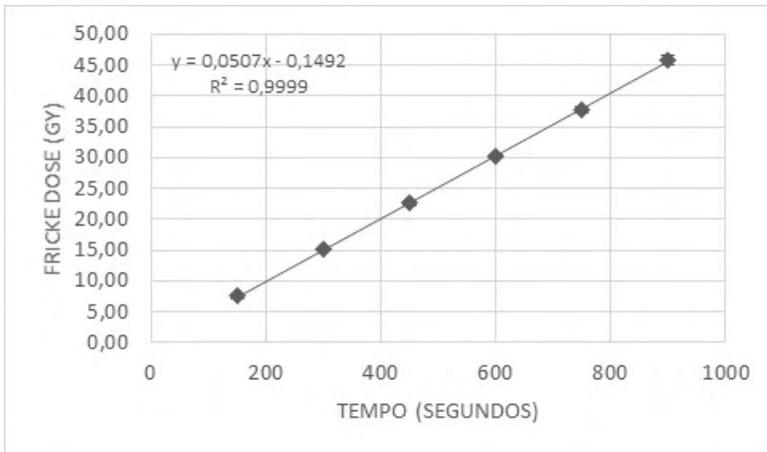


Figura 6 - Linearidade modificando o tempo 150-900s e corrente fixa de 24mA

Os coeficientes de correlação em ambos os trabalhos foram de aproximadamente 1, validando sua linearidade e resposta independente da dose, mostrando a linearidade do Fricke para ambas situações: variando e mantendo a taxa de dose. Este e outros resultados de caracterização do dosímetro Fricke como desvanecimento estão publicados pelo grupo (Mantuano *et al.*, 2021; Pickler *et al.*, 2021; Arango *et al.*, 2020; Rosado *et al.*, 2020).

### 2.3 Determinação do rendimento químico $G(Fe^{3+})$ pelo método do NRC para qualidades de baixa energia de raios X, Co-60 e Ir-192

As irradiações da solução para a determinação do  $G(Fe^{+3})$  foram feitas em bolsas plásticas de acordo com a metodologia do NRC (El Gamal *et al.* 2015) a determinação da dose absorvida em água na posição de referência,  $D(r_0, \theta_0)$ , contendo 4,28 g de solução Fricke. As bolsas foram irradiadas com uma fonte de Co-60 e com raios X de 150 kV, 250 kV e 300 kV no Laboratório Nacional de Metrologia das radiações Ionizantes (LNMRI) do IRD. As leituras foram realizadas com o espectrofotômetro Varian Cary 50 Bio e a absorbância da solução foi lida em 304 nm. A temperatura da solução é mantida constante, em  $25,00 \pm 0,01$  °C, durante a leitura. O valor de  $G(Fe^{+3})$  pode ser obtido através da resposta do sistema Fricke e da determinação da dose absorvida na solução (DF) por outros meios que não a dosimetria Fricke, usando as equações (1) e (2) de acordo com Fregene *et al.*, 1967; Olszanski *et al.*, 2002; Klassen *et al.*, 1999.

$$\Delta OD = (OD_i - OD_o) \cdot [1 + 0,0012 \cdot (25 - T_i)] \cdot [1 + 0,0069 \cdot (25 - T_r)] \quad (2)$$

Onde,

$\Delta DO$  representa a mudança na densidade óptica da solução irradiada e não irradiada no pico de absorção máxima igual a 304nm;

$DO_i$  é a densidade óptica da solução irradiada;

$DO_c$  é a densidade óptica da solução controle;

$T_i$  é a temperatura, em °C, da solução Fricke durante a irradiação;

$T_r$  é a temperatura, em °C, da solução Fricke durante a leitura no espectrofotômetro

A seguinte equação foi utilizada para determinar o valor de  $G(Fe^{3+})$ :

$$G(Fe^{3+}) = \frac{\Delta OD}{D_F \cdot \epsilon \cdot \rho \cdot L} \quad (3)$$

Onde:  $G(Fe^{3+})$  é o rendimento químico para a energia da irradiação;

$\epsilon$  é o coeficiente de extinção molar;

$L$  é o caminho óptico;

$\rho$  é a densidade da solução Fricke;

Os valores de  $G(Fe^{3+})$  obtidos para as energias dos feixes de Raios-x e do Co-60 são mostrados na tabela (1), juntamente com as incertezas combinadas levando-se em conta as incertezas padrão de todas as grandezas envolvidas e a incerteza estimada no posicionamento.

As medidas para o feixe de Co-60 foram realizadas com a solução Fricke em bolsas de polipropileno em suporte de PMMA para ser fixado em um fantoma 30x30x30 cm<sup>3</sup> com água, como mostra a figura 7.



Figura 7 - Bolsa de polipropileno com Fricke em suporte de PMMA para irradiações em Co-60.

O suporte com a bolsa de solução Fricke foi no ar para a realização das medidas nas qualidades de raios X k, utilizando o método proposto pelo NRC (El Gamal et al. 2015) a determination of the absorbed dose to water at the reference position,  $D(r_0, \theta_0)$ . Os valores de  $G$  obtidos são mostrados no gráfico da figura 8. Os valores obtidos foram plotados em um gráfico semi-log. O  $G(Fe^{3+})$  para a energia média do Ir-192 (0,380 MeV) é

determinado por ajuste linear, obtendo-se o valor de 1,555  $\mu\text{mol/J}$ .

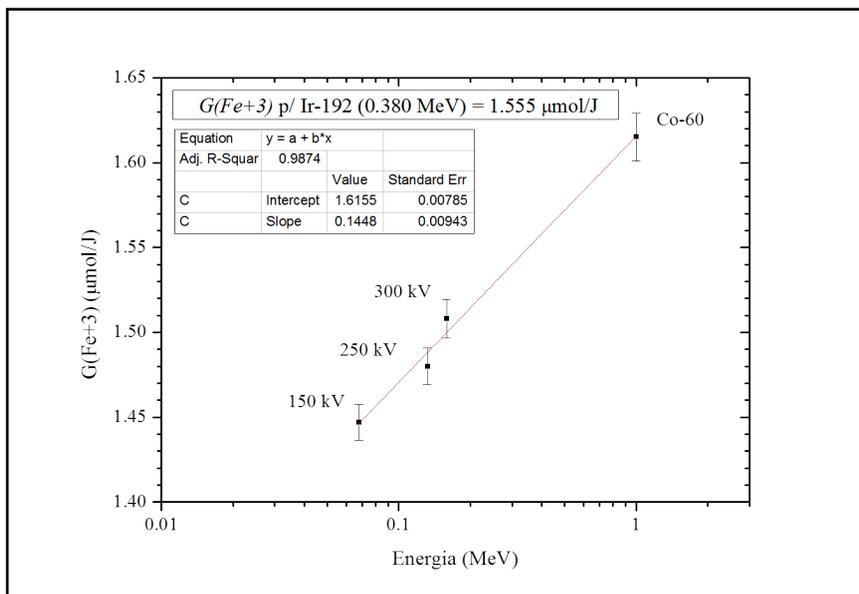


Figura 8 - Gráfico com os valores de  $G(\text{Fe}^{+3})$  obtidos para os feixes de Raios X e para Co-60, com o ajuste linear para determinar o valor do rendimento químico para a qualidade do Ir-192.

## 2.4 Determinação do rendimento químico $G(\text{Fe}^{3+})$ pelo método do LCR para Ir-192 em fonte de braquiterapia de alta taxa de dose (HDR)

Existem valores diferentes de  $G(\text{Fe}^{+3})$  reportados na literatura, para a energia do Ir-192. E este parâmetro é fundamental para a determinação na dose absorvida na água. Além da parte experimental, nesta etapa também foram feitas simulações com o código PENELOPE para calcularmos os fatores de correção que devem ser usados no cálculo final do valor de  $G(\text{Fe}^{+3})$ . Para diminuir fatores de correção e possíveis problemas de geometria, a metodologia utilizada com as varetas mostradas na figura 1, proposta por este grupo no Laboratório de Ciências Radiológicas/UERJ, aproxima a geometria e volume das varetas à geometria e volume da câmara de ionização. Desta forma, esta metodologia pode ser utilizada para obter a dose absorvida na água e o rendimento químico  $G(\text{Fe}^{3+})$  de acordo com a equação (3) usando fatores Monte Carlo (Borg *et al.*, 1999).

As varetas foram dispostas de acordo com a metodologia proposta em de Almeida, 2014. Esta metodologia consiste, resumidamente, em medir a dose absorvida na solução Fricke, diretamente com o feixe da fonte de Ir-192. Para isto, é utilizado um setup, onde existem quatro luvas de acrílico concêntricas a uma luva central, conforme Figura 9 e 10. Das quatro luvas concêntricas, três tem solução Fricke, e uma tem a câmara de ionização, sendo esta calibrada para a faixa de energia utilizada. Neste trabalho utilizou-se

a câmara NE2571 da Nuclear Enterprise, tipo Farmer, 0,6 cc. Na vareta central é colocada a fonte de Ir-192.

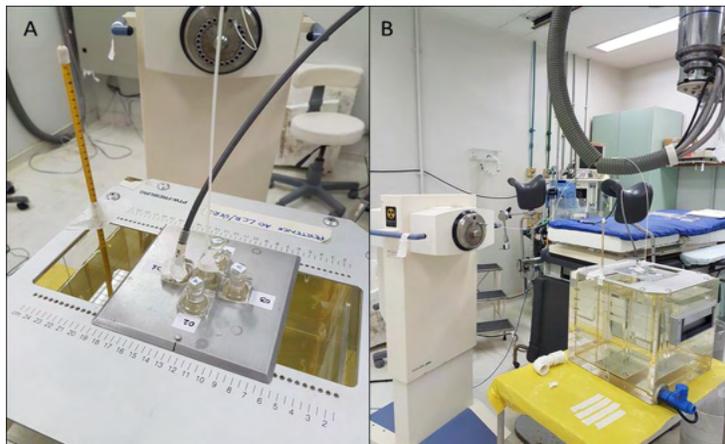


Figura 9 – Setup para medida de  $G(\text{Fe}^{3+})$  na Braquiterapia de alta taxa de dose. Hospital universitário – UFRJ. A – vista de cima, B – vista da sala.

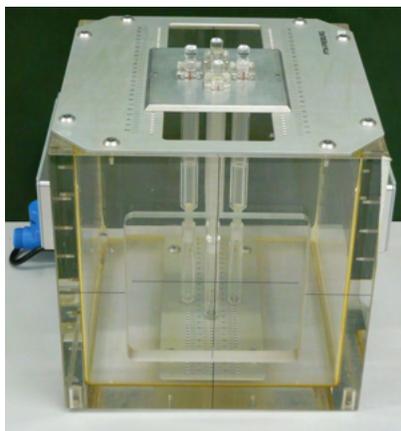


Figura 10 – Fantoma e luvas posicionadas para medidas realizadas na braquiterapia de alta taxa de dose HDR para a determinação do valor de  $G(\text{Fe}^{3+})$  com fonte de Ir-192 através da metodologia proposta pelo LCR em de Almeida, 2014.

A figura 11 mostra parte da simulação Monte Carlo para os fatores de correção para a metodologia LCR.

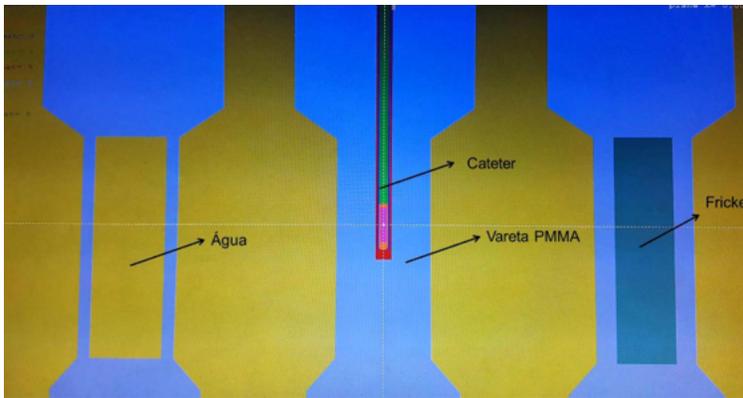


Figura 11 - Simulação Monte Carlo para o método das varetas LCR.

### 3 | RESULTADOS

As leituras foram realizadas com o espectrofotômetro Varian Cary 50 Bio. A absorbância da solução foi lida em 304 nm. A temperatura da solução é mantida constante, através de um sistema controlador de temperatura Peltier, em  $25,00 \pm 0,01$  °C, durante a leitura. A tabela 1 mostra os valores de  $G(\text{Fe}^{3+})$  obtidos anteriormente com metodologia NRC para raios X e  $^{60}\text{Co}$ , com valores encontrados por interpolação entre as qualidades de raios X e  $^{60}\text{Co}$ , e, os valores obtidos com a metodologia LCR para  $^{192}\text{Ir}$  e  $^{137}\text{Cs}$  com os valores obtidos diretamente das fontes de  $^{192}\text{Ir}$  e  $^{137}\text{Cs}$ .

Qualidade da radiação	$G(\text{Fe}^{3+})$ ( $\mu\text{mol/J}$ )	$u_c$ (%) ( $k = 1$ )
150 kV ( $E_{\text{efet}} = 0,068$ MeV)	1,447	0,8
250 kV ( $E_{\text{efet}} = 0,132$ MeV)	1,480	0,7
300 kV ( $E_{\text{efet}} = 0,159$ MeV)	1,508	0,7
<b><math>^{192}\text{Ir}</math> (<math>E_{\text{med}} = 0,380</math> MeV) método NRC</b>	<b>1,555</b>	<b>1,0</b>
<b><math>^{192}\text{Ir}</math> (<math>E_{\text{med}} = 0,380</math> MeV) método LCR</b>	<b>1,550</b>	<b>1,2</b>
$^{137}\text{Cs}$ ( $E_{\text{efet}} = 0,662$ MeV)	1,590	1,4
$^{60}\text{Co}$ ( $E_{\text{med}} = 1,25$ MeV)	1,615	0,9

Tabela 1 - Resultados das medidas de  $G(\text{Fe}^{3+})$ , com as respectivas incertezas combinadas estimadas.

A incerteza para a medida realizada com o método NRC foi estimada em 1% ( $k=1$ ) somando-se quadraticamente a incerteza para o  $G(\text{Fe}^{3+})$  do Co-60 (a mais alta) e a incerteza devida ao ajuste linear. A incerteza para a medida realizada com o método LCR foi estimada em 1,2% ( $k=1$ ) somando-se quadraticamente as incertezas envolvidas. A figura 12 mostra o gráfico com os valores de  $G$  obtidos.

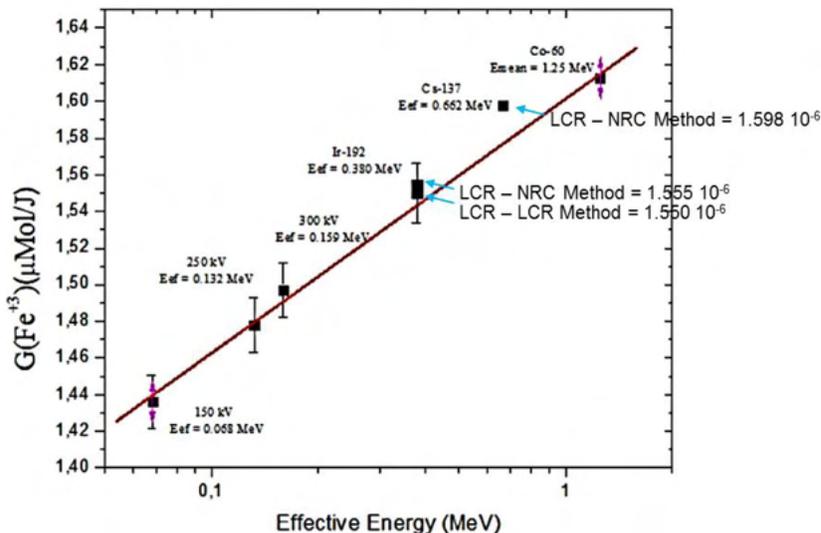


Figura 12 - Gráfico com os valores de  $G(\text{Fe}^{+3})$  obtidos para os feixes de Raios X,  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  e para  $^{60}\text{Co}$ , com o ajuste linear para determinar o valor do rendimento químico para diferentes qualidades.

### 3.1 Comparação dos valores de $G(\text{Fe}^{+3})$ obtidos pelo LCR e pelo NRC

O resultado obtido aqui no Brasil reproduzindo a metodologia do Canadá (NRC) é 2,1 % menor que o valor de  $G(\text{Fe}^{+3})$  encontrado pelo NRC para a energia do Ir-192 com metodologia semelhante. Comparou-se as duas metodologias, a do NRC reproduzida no Brasil e, a metodologia de deAlmeida *et al.*, 2014 do LCR, feita também no Brasil. Os valores do Brasil foram  $1,555 \cdot 10^{-6}$  (metodologia NRC) e  $1,550 \cdot 10^{-6}$  (metodologia LCR), os valores encontrados têm uma diferença de 0,3% entre eles.

Esta metodologia das varetas é baseada na metodologia desenvolvida por Franco *et al.*, 2011. As principais diferenças entre estes dois trabalhos estão: a) no espectrofotômetro utilizado, que no trabalho de Franco *et al.* tinha menor resolução; b) no controle de temperatura, que neste trabalho foi feito através de um *pelier*, mantendo a temperatura de leitura da solução constante, em 25°C; c) no preparo da solução, introduzindo na sua metodologia a pré-irradiação da solução ácido-água, com o objetivo de reduzir as impurezas presentes na água e no ácido sulfúrico, conforme demonstrado por Klassen *et al.*, 1999.

Foram realizadas simulações com o código PENELOPE para calcularmos os fatores de correção usados no cálculo final da dose absorvida na água. Os fatores calculados por Monte Carlo, e, os valores finais das incertezas envolvidas calculadas, foram:  $f_{w,F} = 1,0006$ ,  $p_{\text{wall}} = 1,0005$ ;  $k_{d,d} = 0,9940$ . Onde:  $f_{w,F}$  é o fator de conversão de dose devido à diferença nas características de absorção de radiação e densidade de solução Fricke e água;  $p_{\text{wall}}$  é o fator de correção devido à perturbação causada pelas paredes do PMMA;  $k_{d,d}$  é a correção da homogeneidade da dose axial e radial devido ao efeito da anisotropia da fonte e não

uniformidade do perfil da dose sobre o volume da solução. A tabela 2 mostra as incertezas envolvidas.

Incertezas Método LCR		
	Type A %	Type B %
$\Delta OD$	0.95	0.43
$f_{w,F}$		0.21
$P_{wall}$		0.21
$K_{d,d}$		0.21
$N_{D,w}$		0.40
$K_{TP}$		0.03
$\epsilon$		0.10
$\rho$		0.11
$I$		0.05

Tabela 2 - Valores finais das incertezas envolvidas calculadas.

Obtivemos a dose absorvida na solução Fricke, a dose absorvida na água e o rendimento químico G. Sendo assim, conseguimos com este projeto caracterizar todo o sistema de dosimetria Fricke, não sendo necessário assim utilizar o padrão Kerma no ar. Atualmente estamos no processo de implementação de serviço de dosimetria direta e dosimetria postal para clínicas, hospitais, universidades e centros de pesquisa.

## 4 | CONCLUSÕES

Este projeto proporcionou ao Laboratório de Ciências Radiológicas (LCR) da UERJ, realizar medidas para validar o dosímetro Fricke como dosímetro primário absoluto para dose absorvida na água. Além disso, deu visibilidade mundial através de congressos internacionais e trabalhos de intercomparação com o Canadá (NRC). O laboratório LCR encontra-se no caminho para realizar trabalhos de dosimetria para feixes de braquiterapia com fontes de <sup>192</sup>Ir.

## REFERÊNCIAS

ARANGO, Erika Muñoz et al. Feasibility study of the Fricke chemical dosimeter as an independent dosimetric system for the small animal radiation research platform (SARRP). **Physica Medica**, v. 71, p. 168-175, 2020.

AUSTERLITZ, C. et al. Determination of absorbed dose in water at the reference point for an HDR brachytherapy source using a Fricke system. **Medical physics**, v. 35, n. 12, p. 5360-5365, 2008.

BORG, J.; ROGERS, D. W. O. Monte Carlo calculations of photon spectra in air from <sup>192</sup>Ir sources. National **Research Council Report PIRS-629r, Ontario, Canada**, p. 11-2, 1999.

DEALMEIDA, Carlos Eduardo et al. A feasibility study of Fricke dosimetry as an absorbed dose to water standard for <sup>192</sup>Ir HDR sources. **PLoS One**, v. 9, n. 12, p. e115155, 2014.

EL GAMAL, Islam Mohamed Medhat. **An absorbed dose to water primary standard for Ir-192 brachytherapy**. 2013. Tese de Doutorado. Carleton University.

FRANCO, L. et al. **Determination of the Fricke G value for HDR {sup 192} Ir sources using ionometric measurements**. 2011.

FREGENE, A. O. Calibration of the ferrous sulfate dosimeter by ionometric and calorimetric methods for radiations of a wide range of energy. **Radiation research**, v. 31, n. 2, p. 256-272, 1967.

KLASSEN, N. V. et al. Fricke dosimetry: the difference between g (Fe<sup>3+</sup>) for <sup>60</sup>Co-rays and high-energy x-rays. **Physics in Medicine & Biology**, v. 44, n. 7, p. 1609, 1999.

MANTUANO, Andrea et al. Fricke dosimetry for blood irradiators. **Medical Physics**, v. 48, n. 1, p. 500-504, 2021.

OLSZANSKI, A. et al. The IRS Fricke Dosimetry System. PIRS-0815. Ionizing Radiation Standards. **Institute for National Measurement Standards, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada**, 2002.

PICKLER, Arissa et al. Analysis of the Fricke solution-PMMA interaction and potential effect on the accuracy of dose measurements. **Radiation Measurements**, v. 140, p. 106513, 2021.

ROSADO, Paulo Henrique et al. Determination of the absorbed dose to water for medium-energy x-ray beams using Fricke dosimetry. **Medical Physics**, v. 47, n. 11, p. 5802-5809, 2020.

SKOWRONEK, Janusz. Low-dose-rate or high-dose-rate brachytherapy in treatment of prostate cancer—between options. **Journal of contemporary brachytherapy**, v. 5, n. 1, p. 33, 2013.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Anormalidades congênitas 198, 226

Antioxidante 94, 95, 96, 98, 99, 100

AVC 153, 161, 162, 225

### B

BA5 188, 189, 190, 191

Biossíntese 94, 95, 96

Braquiterapia HDR 81

Brasil 41, 44, 45, 48, 53, 54, 57, 81, 82, 91, 141, 146, 147, 172, 173, 180, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 191, 202, 203, 204, 210, 220, 221, 222, 232, 235

### C

Câncer de tireoide 202, 203, 204, 206, 207

Chloroquine 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 21

Ciências radiológicas 80, 81, 82, 83, 88, 92

Citodiagnóstico 67

Colelitíase crônica 58

Conduta 34, 62, 64

Covid-19 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 153, 154, 155, 161, 162, 163

### D

Distúrbios metabólicos 43, 44, 46, 47, 51, 52, 53, 97

Doença de Chagas 188, 189, 190, 191

Doença de Crohn 43, 45, 46, 47, 50, 51, 53, 235, 236, 237, 238

Doenças autoimunes 43, 44, 45, 46, 47, 49, 53, 55

Dor 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 47, 52, 58, 59, 62, 102, 107, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 136, 138, 189, 192, 194, 195, 198, 200, 236, 237

Dosímetro Fricke 81

Ducto hepático comum 58, 59, 61

### E

Estenose de anastomose vesico-uretral 102, 107

Estenose de colo vesical 102

Estenose de uretra 102, 103, 105, 106, 107, 108, 111

Esteróide 133, 164

Estresse oxidativo 94, 97, 98, 101, 154

Estudo transversal 51, 202, 208, 210

## F

Facial filler complications 224, 225

Fatores de risco 41, 45, 49, 50, 53, 78, 96, 97, 100, 194, 198, 202, 208, 211, 220, 221, 222

Fibromialgia 24, 25, 26, 27, 28, 33

## G

Glucocorticoids 1, 2, 3, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 57

Gordura 43, 44, 47, 99, 100, 133, 164, 171, 172, 173, 197, 225

## H

Heparins 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10

Hepp-couinaud 58, 59, 62, 63, 64

Ho: yag laser 102, 103

Hydroxychloroquine 1, 2, 3, 4, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21

## I

Inflamação 43, 46, 50, 53, 63, 98, 136, 161, 162, 182, 188, 189, 190, 191, 237

## J

Jovem 153, 155

## L

Laparoscopia 192, 193, 196, 200

Lúpus eritematoso sistêmico 43, 45, 47, 49, 53, 56

## M

Manejo 34, 39, 40, 102, 105, 106, 107, 109, 131, 132, 155, 162, 191, 238

Microcefalia 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Mulheres 24, 28, 29, 30, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 78, 97, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 171, 202, 203, 204, 215, 216, 217, 222

## N

Neoplasias da glândula tireoide 203

Neoplasias do ânus 67

Neoplasias do colo do útero 67

Neurocirurgia 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 155

## O

Ômega 3 188, 190

Ortopedia 164

## P

Papillomaviridae 66, 67

Paralisia 153, 155, 226, 227, 228, 230, 231

Perfil epidemiológico 202, 203, 208, 210, 220

## R

Recém-nascido de baixo peso 208

Regeneração óssea 164

Revisão 2, 24, 25, 34, 36, 43, 46, 56, 62, 94, 100, 105, 144, 164, 173, 174, 196, 200, 220, 222, 223, 224, 225, 232, 238

Riboflavina 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101

## S

Saúde materno-infantil 208, 220

Síndrome de Mirizzi 58, 59, 61, 62, 63, 64

Síndrome de Moebius 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234

Síndrome dos ovários policísticos 34, 35, 39, 40, 41, 42

Síndrome metabólica 35, 37, 38, 41, 44, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 172

Substância periaquedutal 24

## T

Tuberculose 235, 236, 237, 238

## U

Uretrotomia interna 102, 104, 107, 113, 117, 122, 123, 124, 125, 130

# A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

# A medicina na determinação de processos patológicos e as práticas de saúde



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



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



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



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