

# MUSEU VIRTUAL DE CIÊNCIAS

VOLUME 4

RAIOS X: A HISTÓRIA DAS PRINCIPAIS DESCOBERTAS

THIAGO SÔNEGO

RENATO MASSAHARU HASSUNUMA

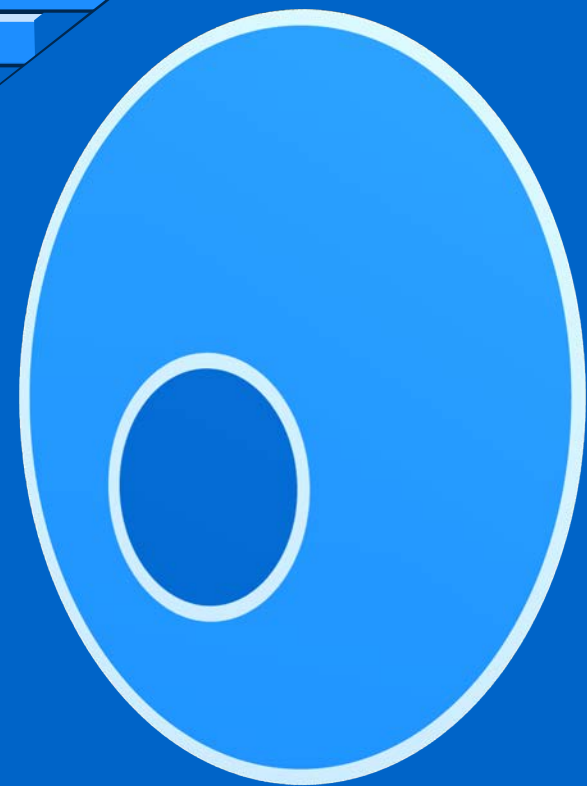
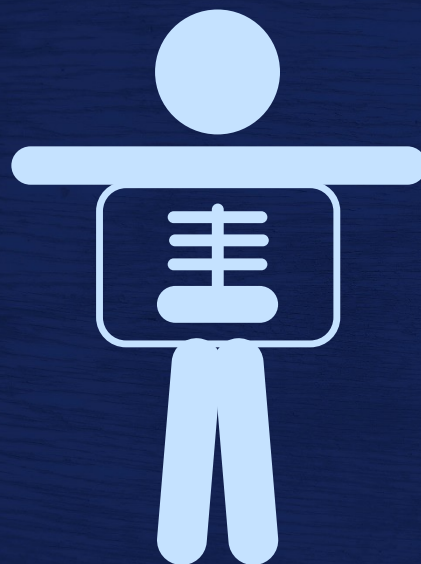
PATRÍCIA CARVALHO GARCIA

MICHELE JANEGITZ ACORCI-VALÉRIO

MARJORIE DE ASSIS GOLIM

SANDRA HELOÍSA NUNES MESSIAS

canal6 editora



# MUSEU VIRTUAL DE CIÊNCIAS

VOLUME 4

RAIOS X: A HISTÓRIA DAS PRINCIPAIS DESCOBERTAS

**Thiago Sônego**

Aluno de Graduação do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista - UNIP, Câmpus Bauru

**Renato Massaharu Hassunuma**

Professor Titular do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista - UNIP, Câmpus Bauru

**Patrícia Carvalho Garcia**

Coordenadora Auxiliar do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista - UNIP, Câmpus Bauru

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Michele Janegitz Acorci-Valério**

Professora Titular do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista - UNIP, Câmpus Bauru

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marjorie de Assis Golim**

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP  
Câmpus Botucatu

**Sandra Heloísa Nunes Messias**

Coordenadora Geral do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista - UNIP

1ª Edição / 2023  
Bauru, SP

**canal6** editora

© RENATO MASSAHARU HASSUNUMA.

**CONSELHO EDITORIAL**

**BIOMÉDICA ESP.<sup>A</sup> EMILY THALIA TEIXEIRA DA SILVA**

*Especialista em Inovações Diagnósticas e Terapêuticas: subárea Biologia Molecular pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Câmpus Botucatu.*

**ENF. ESP. FÁBIO APARECIDO DA SILVA**

*Especialista em Enfermagem em UTI Neonatal, Ginecologia e Obstetrícia pela Faculdade de São Marcos – FACSM*

**CAPA E DESIGN**

**PROF. DR. RENATO MASSAHARU HASSUNUMA**

Catálogo na Publicação (CIP)  
(BENITEZ Catálogo Ass. Editorial, MS, Brasil)

---

M974 Museu virtual de ciências : raios X : a história das principais descobertas : volume 4 [livro eletrônico] / Thiago Sônego...[et al]. – 1.ed. – Bauru, SP: Canal 6 Editora, 2023. – (Museu virtual de ciências ; 4) PDF.

Outros autores : Renato Massaharu Hassunuma, Patrícia Carvalho Garcia, Michele Janegitz Acordi-Valério, Marjorie de Assis Golim, Sandra Heloísa Nunes Messias.

Bibliografia.

ISBN 978-85-7917-597-8

DOI 10.52050/9788579175978

I. Radiografia médica. 2. Raio X – História. 3. Tomografia computadorizada por raio X – Técnica. I. Hassunuma, Renato Massaharu. II. Garcia, Patrícia Carvalho. III. Acordi-Valério, Michele Janegitz. IV. Golim, Marjorie de Assis. V. Messias, Sandra Heloísa Nunes. VI. Série.

01-2023/10

CDD: 616.07572

WN-100

---

Índice para catálogo sistemático:

I. Tomografia computadorizada : Raio X : Ciências médicas 616.07572

Bibliotecária : Aline Grazielle Benitez CRB-1/3129

## **AGRADECIMENTOS**

*Pelas valiosas correções e contribuições na revisão deste material, agradecemos a BIOMÉDICA ESP.<sup>a</sup> EMILY THALIA TEIXEIRA DA SILVA e o ENF. ESP. FÁBIO APARECIDO DA SILVA.*

*THIAGO SÔNEGO  
PROF. DR. RENATO MASSAHARU HASSUNUMA  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> PATRÍCIA CARVALHO GARCIA  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> MICHELE JANEGITZ ACORCI-VALÉRIO  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> MARJORIE DE ASSIS GOLIM  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> SANDRA HELOÍSA NUNES MESSIAS*

## APRESENTAÇÃO

*Este livro é parte dos resultados do Projeto de Iniciação Científica A História dos Exames por Imagem: Produção de quatro livros digitais para o ensino de Imagenologia, desenvolvido pelos alunos Bruna Mesquita Thiago e Thiago Sônego do Curso de Biomedicina da Universidade Paulista - UNIP, Câmpus Bauru, sob orientação do Prof. Dr. Renato Massaharu Hassunuma, professor titular do Curso de Biomedicina da UNIP – Bauru.*

*Esta obra também é uma produção científica do GPI5 - Grupo de Pesquisa em Informática em Saúde. Para mais informações sobre esta publicação e outras do GPI5, acesse o Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil Lattes/CNPq, disponível no link: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5285181734512763>.*

*THIAGO SÔNEGO  
PROF. DR. RENATO MASSAHARU HASSUNUMA  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> PATRÍCIA CARVALHO GARCIA  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> MICHELE JANEGITZ ACORCI-VALÉRIO  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> MARJORIE DE ASSIS GOLIM  
PROF.<sup>A</sup> DR.<sup>A</sup> SANDRA HELOÍSA NUNES MESSIAS*

**OLÁ, SEJAM BEM VINDOS NOVAMENTE AO MUSEU VIRTUAL DE CIÊNCIAS!**

**NESTE QUARTO PASSEIO IREMOS CONHECER AS PRINCIPAIS  
DESCOBERTAS DA HISTÓRIA DOS RAIOS X.**

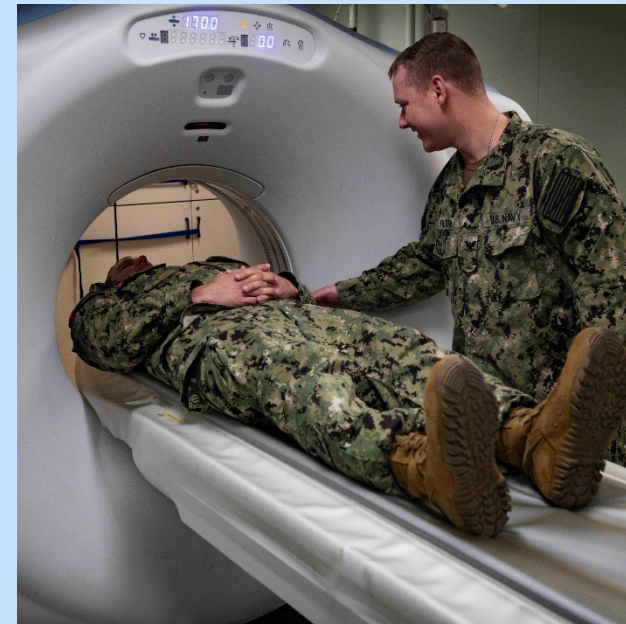
**NESTA PARTE DE CIMA DO LIVRO, VOCÊS IRÃO ENCONTRAR DESENHOS  
E FOTOGRAFIAS REFERENTES ÀS PRINCIPAIS DESCOBERTAS  
RELACIONADAS AOS RAIOS X.**

**AQUI, LOGO ABAIXO DAS FIGURAS,  
VOCÊS ENCONTRARÃO AS LEGENDAS DAS FIGURAS.**

Neste quadro inferior, vocês encontrarão importantes informações sobre as principais descobertas que fizeram parte da história da radiação X.



**FIGURA 1**  
**APARELHO DE RADIOGRAFIA**



**FIGURA 2**  
**TOMÓGRAFO**

Neste passeio virtual, iremos conhecer as principais descobertas relacionadas à descoberta dos raios X e o desenvolvimento de equipamentos que utilizam este tipo de radiação, como o aparelho de radiografia (Figura 1) e de tomografia computadorizada (Figura 2).



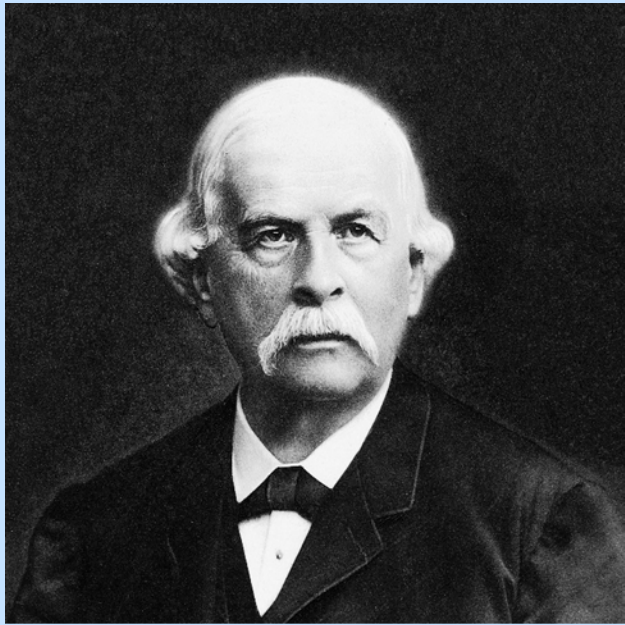
**FIGURA 3**  
**WILHELM CONRAD RÖNTGEN**



**FIGURA 4**  
**PRIMEIRA RADIOGRAFIA**

No dia 8 de novembro de 1895, o físico e engenheiro mecânico alemão, Wilhelm Conrad Röntgen (Figura 3) (Wilhelm, 2021), realiza a primeira radiografia, utilizando como modelo a mão de sua esposa Anna Bertha Roentgen (Figura 4), obtendo uma radiografia com uma exposição aos raios X de 15 minutos (Mould, 1995).





**FIGURA 5**  
**ALBERT VON KÖLLIKER**

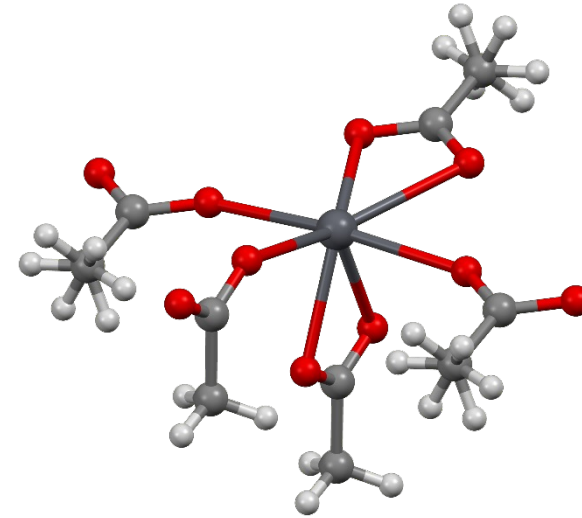


**FIGURA 6**  
**PRIMEIRA RADIOGRAFIA EM PÚBLICO**

Em 1896, Wilhelm Conrad Röntgen (ver Figura 5) realizou a primeira radiografia em público, quando utilizou como modelo o anatomista, fisiologista e histologista suíço Albert von Kölliker (Figura 7). Nesta ocasião, foi radiografada a mão de Kölliker (Figura 6) (Albert, 2020; Arruda, 1996).



**FIGURA 7**  
**COBAIA**

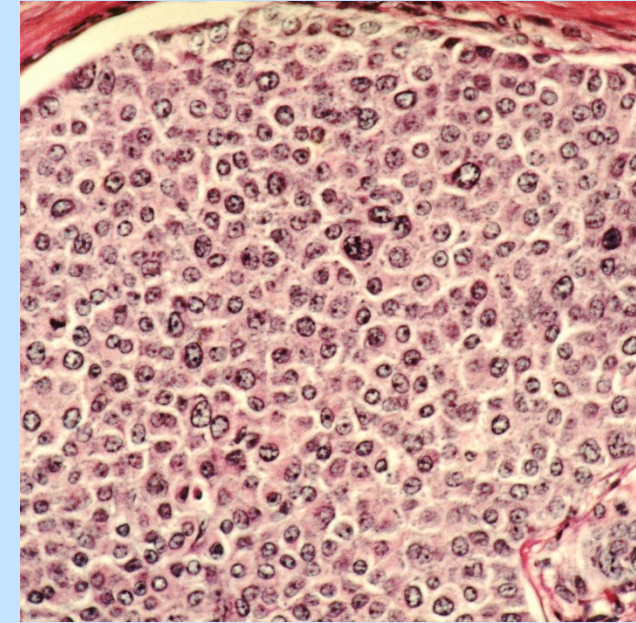


**FIGURA 8**  
**MOLÉCULA DE ACETATO DE CHUMBO**

Em 1896, o médico prussiano Wolf Becher (Wolf, 2020) utilizou pela primeira vez um contraste em uma radiografia, ao mostrar o estômago e o intestino de uma cobaia (Figura 7), por meio da administração de uma solução de acetato de chumbo (Figura 8) (Thomas, 2020).



**FIGURA 9**  
**MULHER REALIZANDO AUTO-EXAME**

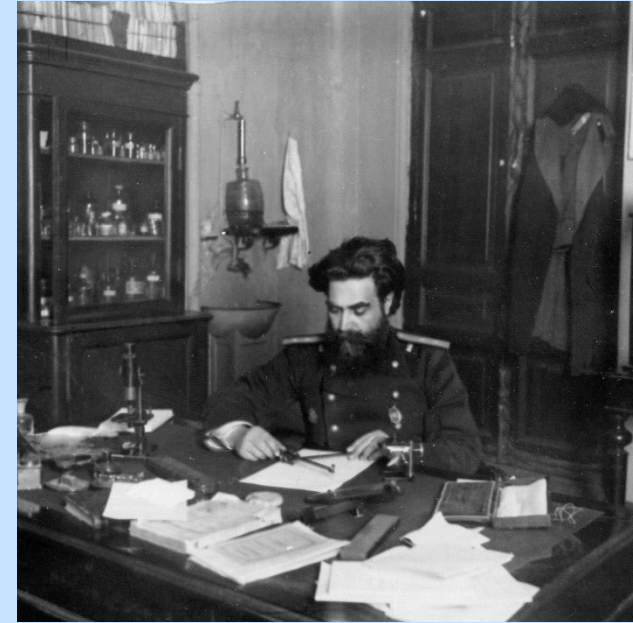


**FIGURA 10**  
**CÉLULAS DE UM CÂNCER DE MAMA**

Em 1896, o cientista americano Émil Herman Grubbé (Emil, 2021), um mês após a descoberta dos raios X, utilizou este tipo de radiação para tratar uma mulher com câncer de mama (Figuras 9 e 10). Desta forma, Grubbé foi o primeiro a preconizar a radioterapia com os raios X, como forma terapêutica de destruição de células neoplásicas (Mould, 2018).

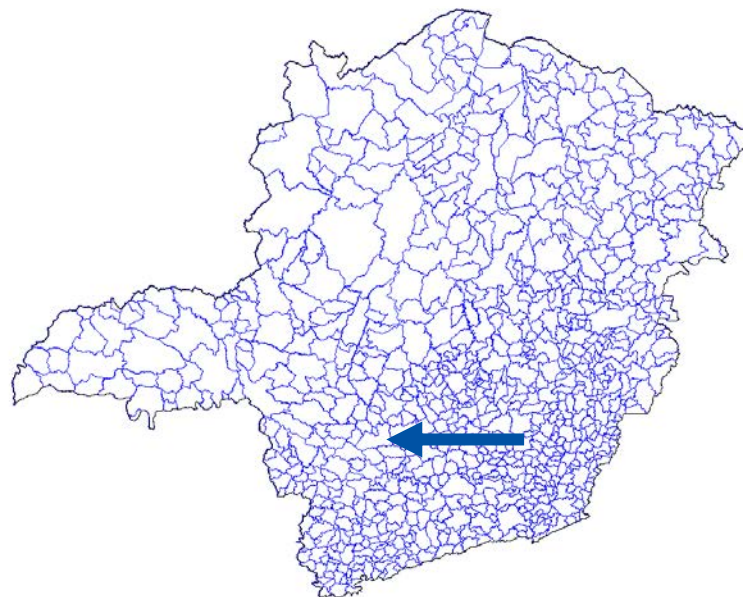


**FIGURA 11**  
**IVAN TARKHANOV**



**FIGURA 12**  
**TARKHANOV EM SEU ESCRITÓRIO**

Em 1896, o fisiologista russo, Ivan Tarkhanov (Figuras 11 e 12) (Ivan, 2020) realizou experimentos em sapos e insetos, percebendo que a exposição excessiva aos raios X reduzia a função motora (Tsgareli, 2012). Este experimento marcou o início da Radiobiologia, a ciência que estuda os efeitos das radiações em tecidos vivos (Radiobiology, 2021).

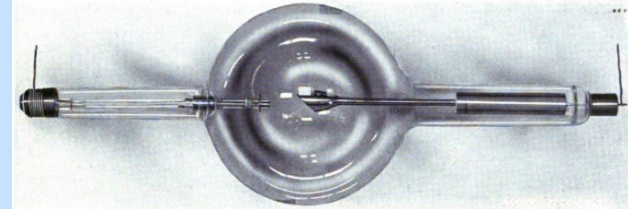


**FIGURA 13**  
**MUNICÍPIO DE FORMIGA (SETA) EM MINAS GERAIS**

Em 1897, o médico brasileiro José Carlos Ferreira Pires produzia as primeiras radiografias com finalidade diagnóstica da América do Sul na cidade de Formiga-MG (Figura 13). O equipamento da marca Siemens era alimentado por baterias e pilhas, por falta de estrutura na rede elétrica da cidade, resultando em imagem de qualidade inferior (Fenelon, 2005).



**FIGURA 14**  
**WILLIAM DAVID COOLIDGE**

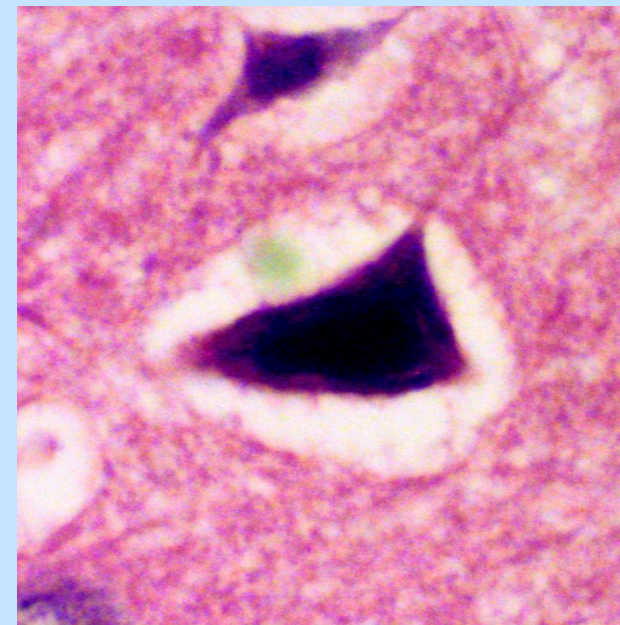


**FIGURA 15**  
**AMPOLA DE RAIOS X**

Em 1913, o físico e engenheiro americano William David Coolidge (Figura 14) (William, 2021) desenvolveu uma ampola de raios X, chamada tubo de Coolidge (Figura 15), que apresenta alto vácuo, melhor focalização do feixe de raios X e produz imagens de melhor qualidade. A estrutura e produção dos raios X é semelhante às ampolas modernas (Navarro, 2009).



**FIGURA 16**  
**JEAN ALBAN BERGONIÉ**



**FIGURA 17**  
**NEURÔNIO**

Em 1906, o oncologista francês Jean Alba Bergonié (Figura 16) (Jean, 2021) e o médico francês Louis Tribondeau (Dalamaga, Kousoulis, 2013) publicaram um artigo propondo o conceito de radiosensibilidade (Bergonié, Tribondeau, 1906). Células diferenciadas como os neurônios (Figura 17) possuem baixa sensibilidade às radiações (Rubin, Casarett, 1968).

Exemplos de tecidos	Sensibilidade radiológica
Tecido linfoide, tecido hematopoiético, epitélio espermato gênico, epitélio do folículo ovariano e epitélio intestinal	Alta
Epitélio estratificado orofaríngeo, epitélio epidérmico, epitélio do folículo capilar, epitélio da glândula sebácea, epitélio da bexiga urinária, epitélio esofágico, epitélio de lente óptica, epitélio da glândula gástrica e epitélio ureteral	Relativamente alta
Tecido conjuntivo propriamente dito, neurógliã, cartilagem em crescimento e tecido ósseo	Média
Tecido cartilaginoso e ósseo maduros, epitélio de glândulas serosas ou mucosas, epitélio da glândula salivar, epitélio da glândula sudorípara, epitélio pulmonar, epitélio renal, epitélio hepático, epitélio pancreático, epitélio hipofisário, epitélio tireoideano e epitélio da glândula adrenal	Relativamente baixa
Tecido muscular e tecido neuronal.	Baixa

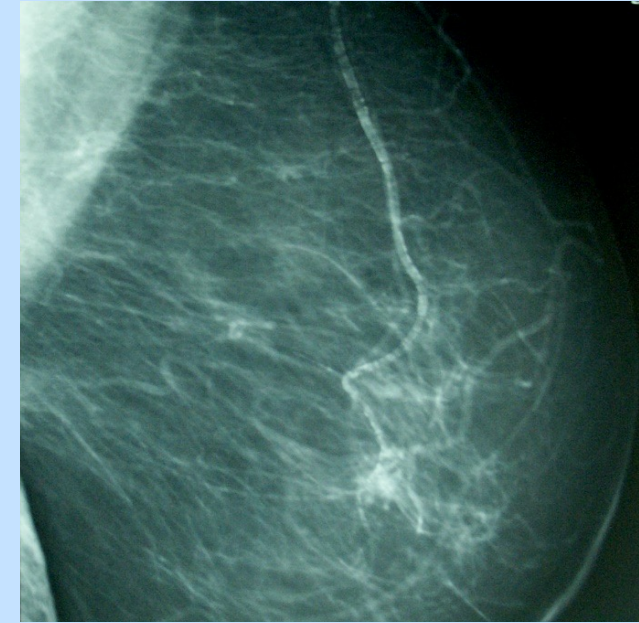
**QUADRO 1**  
**CLASSIFICAÇÃO DOS TECIDOS DE ACORDO COM A RADIOSSENSIBILIDADE RADIOLÓGICA**

Em relação à radiosensibilidade, células menos diferenciadas presentes no tecido linfoide, tecido hematopoiético, epitélio espermato gênico, epitélio folicular ovariano e epitélio intestinal (Quadro 1) são altamente sensíveis aos raios X utilizados em radioterapia (Rubin, Casarett, 1968).





**FIGURA 18**  
**MAMÓGRAFO**



**FIGURA 19**  
**MAMOGRAFIA**

Em 1913, o cirurgião alemão Albert Salomon (Albert, 2021) preconizou a técnica de mamografia (Figuras 18 e 19) a partir de testes utilizando mamas preservadas de mulheres mastectomizadas, onde observou a relação entre a anatomia radiológica macroscópica e o aspecto microscópico de doenças mamárias (Kalaf, 2014).



**FIGURA 20**  
**ANTÓNIO C. A. FREIRE EGAS MONIZ**



**FIGURA 21**  
**ANGIOGRAFIA**

Em 1927, o neurologista português António Caetano de Abreu Freire Egas Moniz (Figura 22) (António, 2021) criou a técnica de angiografia (Figura 23), que utiliza técnicas radiográficas e um contraste (uma substância radioativa injetada no interior de um vaso sanguíneo que permite a visualização do mesmo) (Artico, Spoletini, Fumagalli, Biagioni, Ryskalin, Fornai et al., 2017).



**FIGURA 22**  
**HERMANN JOSEPH MULLER**

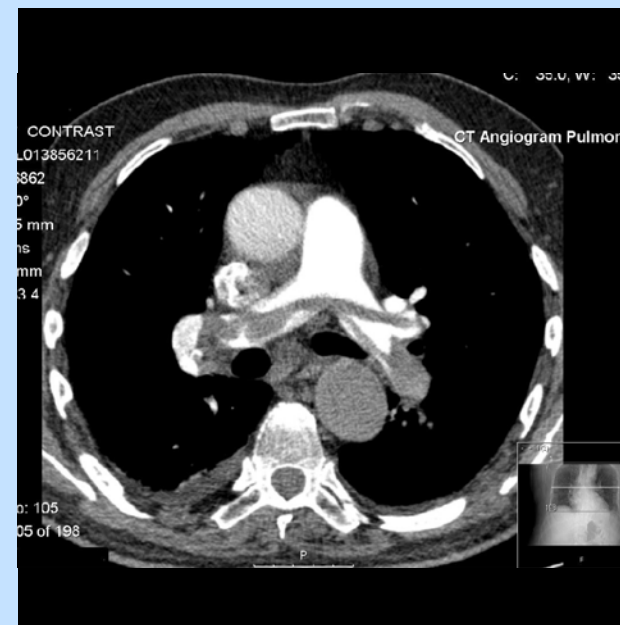


**FIGURA 23**  
*Drosophila melanogaster*

Em 1928, o geneticista americano Hermann Joseph Muller (Figura 20) (Hermann, 2021) publicou um artigo descrevendo os efeitos mutagênicos dos raios X observados a partir de experimentos utilizando moscas do gênero *Drosophila* (Figura 21) (Muller, 1928).

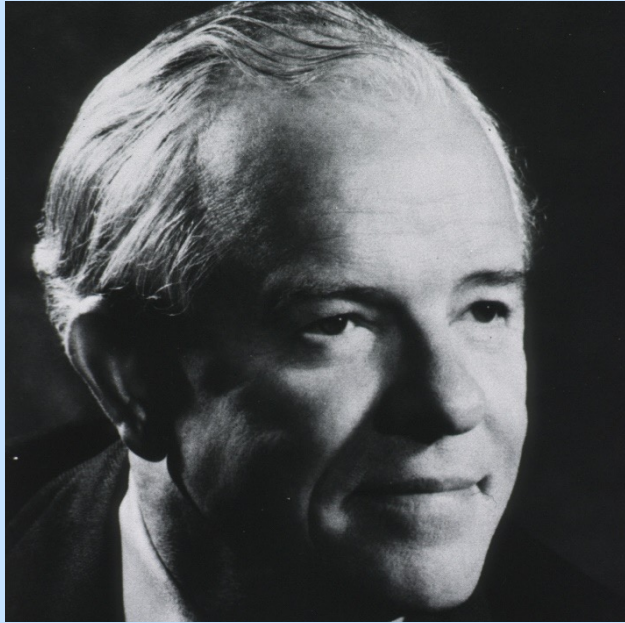


**FIGURA 24**  
**FAUSTO LOPO P. DE CARVALHO**

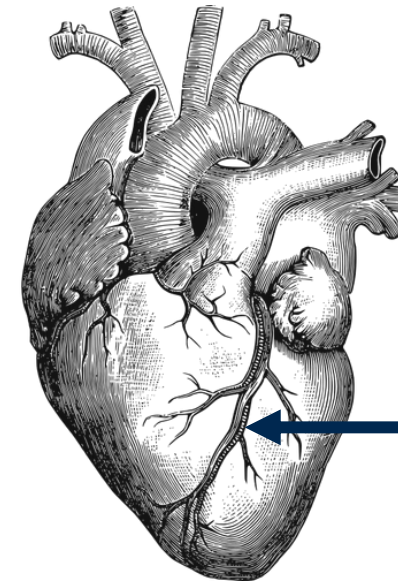


**FIGURA 25**  
**ANGIOGRAFIA PULMONAR**

Em 1931, o pneumologista português Fausto Lopo Patrício de Carvalho (Figura 24) (Fausto, 2021) e o neurologista português António Caetano de Abreu Freire Egas Moniz (Figura 22) (António, 2021) realizaram pela primeira vez um exame de angiografia pulmonar (Figura 25), injetando o contraste iodeto de sódio no coração por meio de um cateter (Robb, Steinberg, 1938).

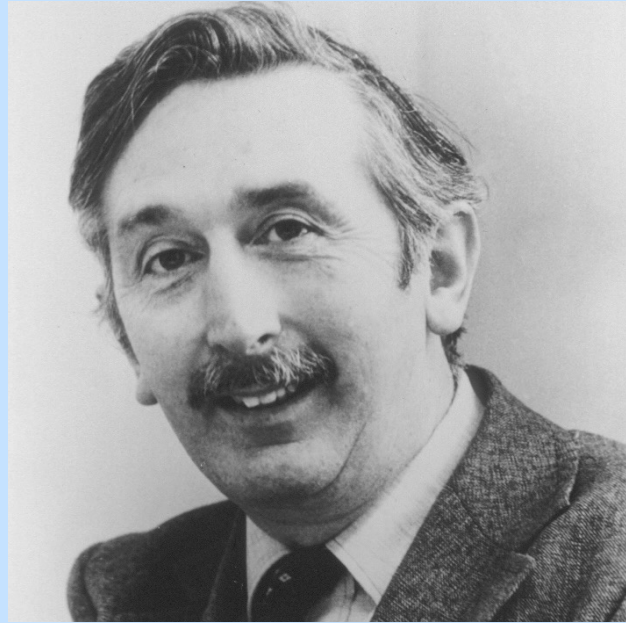


**FIGURA 26**  
**FRANK MASON SONES JUNIOR**

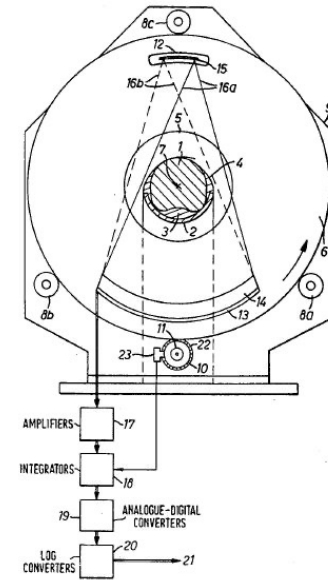


**FIGURA 27**  
**ARTÉRIA CORONÁRIA (SETA)**

Em 1958, o médico americano Frank Mason Sones Junior (Figura 26) (F. Mason, 2021) acidentalmente desenvolveu a primeira angiografia coronariana ao injetar contraste em uma artéria coronária localizada na superfície do coração (Figura 27) (Hall, 1985).



**FIGURA 28**  
**GODFREY NEWBOLD HOUNSFIELD**



**FIGURA 29**  
**PATENTE DO PRIMEIRO TOMÓGRAFO**

Em 1971, o engenheiro elétrico britânico Godfrey Newbold Hounsfield (Figura 28) (Godfrey, 2021) e os radiologistas James Abraham Edward Ambrose e Louis Kreel desenvolveram o primeiro protótipo de tomógrafo, obtendo uma imagem a partir de um cérebro humano preservado. O equipamento foi patenteado em 1978 (Figura 29) (Bhattacharyya, 2016).

<b>Categoria</b>	<b>Achado morfológico</b>
0	Resultados inconclusivos
1	Resultado negativo
2	Aspecto benigno
3	Aspecto provavelmente benigno
4	Aspecto suspeito
4A	Baixa suspeita de malignidade
4B	Suspeita moderada de malignidade
4C	Alta suspeita de malignidade
5	Altamente sugestivo de malignidade
6	Malignidade comprovada por meio de biópsia

**QUADRO 2**  
**CLASSIFICAÇÃO BI-RADS**

Em 1993, a American College of Radiology preconizou a Classificação Bi-RADS (*Breast Imaging-Reporting and Data System*) para descrever os achados de exames de mamografia, ultrassonografia e ressonância magnética das mamas. A classificação que apresentamos no Quadro 2 é a da última edição, publicada em 2013 (Magny, Shikhman, Keppke, 2020).

Ano	Vencedor	Área	Descoberta ou invenção
1901	Wilhelm Conrad Röntgen	Física	Descoberta dos raios-X
1946	Hermann Joseph Muller	Fisiologia ou Medicina	Estudos sobre os efeitos mutagênicos dos raios-X
1949	António Caetano de Abreu Freire Egas Moniz	Fisiologia ou Medicina	Invenção da técnica diagnóstica de angiografia
1979	Godfrey Newbold Hounsfield	Fisiologia ou Medicina	Invenção do primeiro protótipo de tomógrafo

**QUADRO 3**  
**VENCEDORES DE PRÊMIOS NOBEL**

No Quadro 3, estão apresentados os vencedores de Prêmios Nobel relacionados à história da descoberta dos raios-X. Também encontram-se no quadro: o ano da premiação, a área de premiação e a descoberta ou invenção premiada.



## **GOSTOU DO PASSEIO?**

**É PROVÁVEL QUE VOCÊ TENHA FICADO COM  
ALGUMAS DÚVIDAS A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA  
DESTAS DESCOBERTAS NA INVENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE  
RADIOGRAFIA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.**

**MAS NÃO SE PREOCUPE,  
ESSA FOI APENAS UMA BREVE INTRODUÇÃO!**

Para aprender mais sobre o equipamento de ressonância magnética sugerimos a leitura de livros, artigos e sites apresentados nas referências deste livro. Esperamos que tenha gostado desse passeio e nos vemos no próximo! Até breve!

# Créditos das Imagens

Textura de parede da capa, contracapa e demais páginas do livro - Fonte: White textured wall close up. [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: <https://www.photos-public-domain.com/2018/07/12/white-textured-wall-close-up/>. Figura registrada em domínio público.

Textura de madeira da capa, contracapa, páginas 5 a 22 e nas molduras dos quadros - Fonte: Modificada de: Tucharntke T. Screched painted wood. File:Screched painted wood.jpg. 2013 Mar 01 [acesso 2021 fev 27]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Screched\\_painted\\_wood.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Screched_painted_wood.jpg). Figura registrada em domínio público.

Figura 1 - Aparelho de radiografia. Fonte: United States Navy. File:US Navy 101028-N-3887D-029 Petty Officer 2nd Class Jae Yun prepares to take an x-ray of a detainee's foot at the detainee hospital.jpg [Internet]. 2010 Oct 28 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:US\\_Navy\\_101028-N-3887D-029\\_Petty\\_Officer\\_2nd\\_Class\\_Jae\\_Yun\\_prepares\\_to\\_take\\_an\\_x-ray\\_of\\_a\\_detainee%27s\\_foot\\_at\\_the\\_detainee\\_hospital.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:US_Navy_101028-N-3887D-029_Petty_Officer_2nd_Class_Jae_Yun_prepares_to_take_an_x-ray_of_a_detainee%27s_foot_at_the_detainee_hospital.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 2 - Tomógrafo. Fonte: United States Navy. File:200329-N-EV253-1116 (49721940187).jpg [Internet]. 2020 Mar 29 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:200329-N-EV253-1116\\_\(49721940187\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:200329-N-EV253-1116_(49721940187).jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 3 - Wilhelm Conrad Röntgen. Fonte: Nobel foundation. File:WilhelmRöntgen.JPG [Internet]. 1901 [acesso 2021 jan 19]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WilhelmR%C3%B6ntgen.JPG>. Imagem registrada como domínio público.

Figura 4 - Primeira radiografia. Fonte: Röntgen WC. File:First medical X-ray by Wilhelm Röntgen of his wife Anna Bertha Ludwig's hand - 18951222.gif [Internet]. 1895 [acesso 2021 jan 20]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First\\_medical\\_X-ray\\_by\\_Wilhelm\\_R%C3%B6ntgen\\_of\\_his\\_wife\\_Anna\\_Bertha\\_Ludwig%27s\\_hand\\_-\\_18951222.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_medical_X-ray_by_Wilhelm_R%C3%B6ntgen_of_his_wife_Anna_Bertha_Ludwig%27s_hand_-_18951222.gif). Imagem registrada como domínio público.

Figura 5 - Albert Von Kölliker. Fonte: The History of Biology de Erik Nordenskiöld. File:Kölliker Rudolph Albert von 1818-1902.jpg [Internet]. 1928 [acesso 2021 mar 20]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:K%C3%B6lliker\\_Rudolph\\_Albert\\_von\\_1818-1902.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:K%C3%B6lliker_Rudolph_Albert_von_1818-1902.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 6 - Primeira radiografia em público. Fonte: Röntgen WC. File:X-ray by Wilhelm Röntgen of Albert von Kölliker's hand - 18960123-02.jpg [Internet]. 1896 Jan 23 [acesso 2021 mar 20]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:X-ray\\_by\\_Wilhelm\\_R%C3%B6ntgen\\_of\\_Albert\\_von\\_K%C3%B6lliker%27s\\_hand\\_-\\_18960123-02.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:X-ray_by_Wilhelm_R%C3%B6ntgen_of_Albert_von_K%C3%B6lliker%27s_hand_-_18960123-02.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 7 - Cobaia. Fonte: File:Bob, the guinea pig.jpg [Internet]. 2006 Mar 18 [acesso 2021 out 09]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bob,\\_the\\_guinea\\_pig.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bob,_the_guinea_pig.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 8 - Molécula de acetato de chumbo. Fonte: Mills B. File:Lead(II)-acetate-xtal-Pb-coordination-3D-bs-17.png [Internet]. 2021 Apr 06 [acesso 2021 out 09]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lead\(II\)-acetate-xtal-Pb-coordination-3D-bs-17.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lead(II)-acetate-xtal-Pb-coordination-3D-bs-17.png). Imagem registrada como domínio público.

Figura 9 - Mulher realizando auto-exame. Fonte: National Cancer Institute. Breast Self-Exam. File:Breast self-exam.jpg [Internet]. 1992 Dec [acesso 2021 set 09]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Breast\\_self-exam.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Breast_self-exam.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 10 - Células de um câncer de mama. Fonte: Fox C. Breast cancer cells. File:Breast cancer cells.jpg [Internet]. 1987 Aug [acesso 2021 set 09]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Breast\\_cancer\\_cells.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Breast_cancer_cells.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 11 - Ivan Tarkhanov. Fonte: File:Tarkhanov IR.jpg [Internet]. 1900 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tarkhanov\\_IR.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tarkhanov_IR.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 12 - Tarkhanov em seu escritório. Fonte: File:Tarkhanov Ivan.jpg [Internet]. Ca. 1895 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tarkhanov\\_Ivan.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tarkhanov_Ivan.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 13 - Município de Formiga (seta) em Minas Gerais. Fonte: Map of the municipalities of the state of Minas Gerais, Brazil. File:Minas Gerais Municipalities.png [Internet]. 2006 Aug 24 [acesso 2021 set 10]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Minas\\_Gerais\\_Municipalities.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Minas_Gerais_Municipalities.png). Imagem registrada como domínio público.

Figura 14 - William David Coolidge. Fonte: Bain News Service. File:Dr. W.D. Coolidge LCCN2014714233.jpg [Internet]. 1900 [acesso 2021 abr 02]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dr.\\_W.D.\\_Coolidge\\_LCCN2014714233.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dr._W.D._Coolidge_LCCN2014714233.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 15 - Ampola de raios X. Fonte: Daniel Frost Comstock. File:Coolidge xray tube.jpg [Internet]. 1917 [acesso 2021 abr 02]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coolidge\\_xray\\_tube.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coolidge_xray_tube.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 16 - Jean Alban Bergonié. Fonte: Chambon C. File:Bergonié(1).jpg [Internet]. 2015 May 25 [acesso 2021 ago 18]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bergoni%C3%A9\(1\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bergoni%C3%A9(1).jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 17 - Neurônio. Fonte: Gonçalves VCS, Moretti E, Hassunuma RM, Garcia PC, Messias SHN. Microscopia: uma breve galeria de fotos. 1ª ed. Bauru: Canal 6 Editora; 2020 [acesso 2020 ago 18]. p. 33. Disponível em: <https://www.canal6livraria.com.br/pd-70ee33-microscopia-uma-breve-galeria-de-fotos.html?ct=18bb3e&p=1&s=1>. Imagem reproduzida com a permissão dos autores.

Quadro 1 - Classificação dos tecidos de acordo com a radiosensibilidade radiológica. Adaptado de: Rubin P, Casarett GW. Clinical radiation pathology as applied to curative radiotherapy. Cancer [Internet]. 1968 Oct [acesso 2021 ago 22];22(4):767-78. Disponível em: [https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/1097-0142\(196810\)22:4%3C767::AID-CNCR2820220412%3E3.0.CO;2-7](https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/1097-0142(196810)22:4%3C767::AID-CNCR2820220412%3E3.0.CO;2-7).

Figura 18 - Mamógrafo. Fonte: National Cancer Institute. Mammography. File:Mammography (1).jpg [Internet] 1989 May [acesso 2021 set 09]. Disponível em:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mammography\\_\(1\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mammography_(1).jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 19 - Mamografia. Fonte: File:Mamografía BIRADs IV.jpg [Internet] 2006 Apr 01 [acesso 2021 set 04].

Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mamograf%C3%ADa\\_BIRADs\\_IV.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mamograf%C3%ADa_BIRADs_IV.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 21 - António C. A. Freire Egas Moniz. Fonte: File: Moniz.jpg [Internet]. Ca. 1955 [acesso 2021 ago 27].

Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moniz.jpg>. Imagem registrada como domínio público.

Figura 22 - Angiografia. File:Angiografia - smierc mozgu.jpg [Internet]. 2005 Jun 23 [acesso 2021 ago 06].

Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Angiografia\\_-\\_smierc\\_mozgu.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Angiografia_-_smierc_mozgu.jpg). Figura registrada como domínio público.

Figura 23 - Hermann Joseph Muller. Fonte: Bat AD. Bain News Service. File:HJ Muller 1952.jpg [Internet].

1952 [acesso 2021 ago 27]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HJ\\_Muller\\_1952.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HJ_Muller_1952.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 24 - *Drosophila melanogaster*. Fonte: Sorrensen L. Yellow pepper miner [Internet]. 2019 Aug 21 [acesso 2021 ago 27]. Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1594951>. Imagem registrada como domínio público.

Figura 24 - Fausto Lopo P. de Carvalho. Fonte: Dias JPS. File: Fausto Lopo de Carvalho.png [Internet]. Ca. 1910 [acesso 2021 ago 30]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fausto\\_Lopo\\_de\\_Carvalho.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fausto_Lopo_de_Carvalho.png). Imagem registrada como domínio público.

Figura 25 - Angiografia pulmonar. File: SADDLE PE.JPG [Internet]. 2007 May 03 [acesso 2021 ago 30]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SADDLE\\_PE.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SADDLE_PE.JPG). Imagem registrada como domínio público.

Figura 26 - Frank Mason Sones Junior. Fonte: File:Nlm nlmuid-101441495-img.jpg [Internet]. Ca. 1983 [acesso 2021 set 01]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nlm\\_nlmuid-101441495-img.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nlm_nlmuid-101441495-img.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 27 - Artéria coronária. Fonte: Openclipart. Anatomical heart vector illustration [Internet]. 2014 Nov 05 [acesso 2021 set 01]. Disponível em: <https://publicdomainvectors.org/en/free-clipart/Anatomical-heart-vector-illustration/16675.html>. Imagem registrada como domínio público.

Figura 28 - Godfrey Newbold Hounsfield. Fonte: National Institutes of Health. File: Godfrey Hounsfield.jpg [Internet]. Ca. 1975 [acesso 2021 ago 31]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Godfrey\\_Hounsfield.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Godfrey_Hounsfield.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Figura 29 - Patente do primeiro tomógrafo. Fonte: Hounsfield GN. File: CT US4115698 Fig1.jpg [Internet]. 1978 Sep 19 [acesso 2021 ago 31]. Disponível em: [https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:CT\\_US4115698\\_Fig1.jpg](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:CT_US4115698_Fig1.jpg). Imagem registrada como domínio público.

Quadro 2 - Classificação de BI-RADS. Adaptado de: ACR BI-RADS®. Atlas Fifth Edition: Quick reference [Internet]. 2014 [acesso 2021 set 04]. Disponível em: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/BI-RADS/BIRADS-Reference-Card.pdf>.

Quadro 3 - Vencedores de Prêmios Nobel.

The Nobel Prize. Wilhelm Conrad Röntgen: facts [Internet]. 2021 [acesso 2021 nov 17]. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1901/rontgen/facts/>.

The Nobel Prize. Hermann J. Muller: Nobel lecture [Internet]. 2021 [acesso 2021 nov 17]. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1946/muller/lecture/>.

The Nobel Prize. Egas Moniz: Biographical [Internet]. 2021 [acesso 2021 nov 17]. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1949/moniz/biographical/>.

The Nobel Prize. Press release [Internet]. 2021 [acesso 2021 nov 17]. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1979/press-release/>.



# Referências

Albert Salomon [Internet] 2021 Sep 02 [acesso 2021 set 04]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Albert\\_Salomon\\_\(surgeon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Salomon_(surgeon))

Albert von Kölliker [Internet]. 2020 Dec 18 [acesso 2021 mar 20]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Albert\\_von\\_K%C3%B6lliker](https://en.wikipedia.org/wiki/Albert_von_K%C3%B6lliker).

Antônio Egas Moniz [Internet]. 2021 Aug 02 [acesso 2021 ago 27]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ant%C3%B3nio\\_Egas\\_Moniz](https://en.wikipedia.org/wiki/Ant%C3%B3nio_Egas_Moniz).

Artico M, Spoletini M, Fumagalli L, Biagioni F, Ryskalin L, Fornai F et al. Egas Moniz: 90 years (1927–2017) from cerebral angiography [Internet]. 2017 Sep 19 [acesso 2021 ago 27];11:81. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5610728/>.

Bhattacharyya KB. Godfrey Newbold Hounsfield (1919–2004): The man who revolutionized neuroimaging. Ann Indian Acad Neurol [Internet]. 2016 Oct-Dec [acesso 2021 ago 31];19(4):448-50. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5144463/>.

Bergonié J, Tribondeau L. Interpretation of some results from radiotherapy and an attempt to determine a rational treatment technique. 1906. Yale J Biol Med [Internet]. 2003 [acesso 2021 ago 22];76(4-6):181-2. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2582716/>.

Dalamaga M, Kousoulis AA. Remembering Louis Tribondeau (1872-1918). JAMA Dermatol [Internet]. 2013 Aug [acesso 2021 ago 22];149(8):934. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24026455/>.

Emil Grubbe [Internet]. 2021 Jul 21 [acesso 2021 set 09]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Emil\\_Grubbe](https://en.wikipedia.org/wiki/Emil_Grubbe).

F. Mason Sones [Internet]. 2021 Jun 17 [acesso 2021 set 01]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/F.\\_Mason\\_Sones](https://en.wikipedia.org/wiki/F._Mason_Sones).

Fausto Lopo de Carvalho [Internet]. 2021 Aug 03 [acesso 2021 ago 30]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Fausto\\_Lopo\\_de\\_Carvalho](https://en.wikipedia.org/wiki/Fausto_Lopo_de_Carvalho).

Fenelon S. A história da radiologia no Brasil. Revista MED Atual (Siemens) [Internet]. 2005 abr 27 [acesso 2021 set 10]. Disponível em: <http://www.imaginologia.com.br/extra/upload%20historia/A-Historia-da-Radiologia-no-Brasil.pdf>.

Godfrey Hounsfield [Internet]. 2021 Apr 27 [acesso 2021 ago 31]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Godfrey\\_Hounsfield](https://en.wikipedia.org/wiki/Godfrey_Hounsfield).

Hall RJ. In Memoriam: F. Mason Sones, Jr., M.D.. Tex Heart Inst J [Internet]. 1985 Dec [acesso 2021 set 01];12(4):356-8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC341889/?page=2>.

Hermann Joseph Muller [Internet]. 2021 Aug 21 [acesso 2021 ago 27]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hermann\\_Joseph\\_Muller](https://en.wikipedia.org/wiki/Hermann_Joseph_Muller).

Ivan Tarkhanov (physiologist) [Internet]. 2020 Oct 12 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ivan\\_Tarkhanov\\_\(physiologist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ivan_Tarkhanov_(physiologist)).

Jean Bergonié [Internet]. 2021 Jul 14 [acesso 2021 ago 22]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Jean\\_Bergoni%C3%A9](https://en.wikipedia.org/wiki/Jean_Bergoni%C3%A9).

Kalaf JM. Mammography: a history of success and scientific enthusiasm. Radiol Bras [Internet]. 2014 Jul-Aug [acesso 2021 set 04];47(4):VII-VIII. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4337127>.

Magny SJ, Shikhman R, Keppke AL. Breast Imaging Reporting and Data System. 2020 Sep 5 [acesso 2021 set 04]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459169/>.

Mould RF. The early history of X-ray diagnosis with emphasis on the contributions of physics 1895-1915. Phys Med Biol [Internet]. 1995 Nov [acesso 2021 jan 20];40(11):1741-87. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6186003/>.

Mould RF. Emil Herman Grubbé (1875–1960) with special reference to priority for X-ray cancer therapy. Nowotwory [Internet]. 2018 [acesso 2021 set 09];68(5-6):286-9. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/268464937.pdf>.

Muller HJ. The production of mutations by X-rays. Proc Natl Acad Sci U S A [Internet]. 1928 Sep [acesso 2021 ago 27];14(9):714-26. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1085688/pdf/pnas01821-0038.pdf>.

Navarro MVT. Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária. 1ª ed. Salvador: EDUFBA; 2009. Evolução tecnológica do radiodiagnóstico; p. 31-6. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/q5>.

Oleschk WA. Wilhelm Conrad Rontgen: 100 anos da descoberta dos raios x [Internet]. 1996 [acesso 2021 mar 20];54(3):525-31. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-282X1996000300027&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-282X1996000300027&script=sci_abstract&tlng=pt).

Radiobiology [Internet]. 2021 Jan 08 [acesso 2021 mar 28]. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Radiobiology>.

Robb GP, Steinberg I. A practical method of visualization of the chambers of the heart, the pulmonary circulation, and the great blood vessels in man. J Clin Invest [Internet]. 1938 [acesso 2021 ago 30];17(4): 501-37. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC434806/>.

Rubin P, Casarett GW. Clinical radiation pathology as applied to curative radiotherapy. Cancer [Internet]. 1968 Oct [acesso 2021 ago 22];22(4):767-78. Disponível em: [https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/1097-0142\(196810\)22:4%3C767::AID-CNCR2820220412%3E3.0.CO;2-7](https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/1097-0142(196810)22:4%3C767::AID-CNCR2820220412%3E3.0.CO;2-7).

Thomas AMK. The history of contrast media development in X-Ray diagnostic radiology. MPI [Internet]. 2020 [acesso 2021 out 09];3(Special Issue):278-303. Disponível em: <http://mpijournal.org/pdf/2020-SI-03/MPI-2020-01-p278.pdf>.

Tsagareli MG. Ivane Tarkhnishvili (Tarchanoff): a major georgian figure from the russian physiological school. J Hist Neurosci [Internet]. 2012 [acesso 2021 mar 28];21(4):393-408. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22947381/>.

Wilhelm Röntgen [Internet]. 2021 Mar 01 [acesso 2021 mar 16]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm\\_R%C3%B6ntgen](https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_R%C3%B6ntgen).

William D. Coolidge [Internet]. 2021 Mar 15 [acesso 2021 abr 02]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/William\\_D.\\_Coolidge](https://en.wikipedia.org/wiki/William_D._Coolidge).

Wolf Becher [Internet]. 2020 Jun 11 [acesso 2021 out 09]. Disponível em: [https://de.wikipedia.org/wiki/Wolf\\_Becher](https://de.wikipedia.org/wiki/Wolf_Becher).

**SEJA BEM-VINDO, AO MUSEU VIRTUAL DE  
CIÊNCIAS!!!**

**NESTA COLEÇÃO, EM CADA VOLUME SÃO  
APRESENTADAS ALGUMAS DAS  
PRINCIPAIS DESCOBERTAS CIENTÍFICAS.**

**NESTE QUARTO VOLUME, IREMOS  
ESTUDAR A DESCOBERTA DA RADIAÇÃO X  
E A EVOLUÇÃO DOS EXAMES COMO A  
RADIOGRAFIA E A TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA.**

