

# CAPÍTULO 1

## A UTILIZAÇÃO DOS SCANERES DE BAGAGENS EM AEROPORTOS E ORGÃO PÚBLICOS E SEUS DANOS BIOLÓGICOS NOS OCUPACIONALMENTE EXPOSTO



<https://doi.org/10.22533/at.ed.798112521031>

*Data de aceite: 26/06/2025*

**Thiago Padre da Silva**

**RESUMO:** O presente artigo aborda o uso do equipamento de scanner de bagagens em aeroportos e órgãos públicos com emissão de radiação ionizante. Os efeitos Biológicos que os ocupacionalmente expostos estão submetidos sem o devido aparato de biossegurança ou técnicas acadêmicas. A utilização de feixes de Raios-X para inspeção de bagagens. Além de abordar a possibilidades da exposição à radiação que pode causar danos irreversíveis. Ainda a necessidade do controle de somente por pessoas habilitadas que é primordial para manuseio desses equipamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Scanner de Bagagens, Inspeção, Radiação Ionizante, Efeitos Biológicos.

THE USE OF BAGGAGE SCANNERS IN AIRPORTS AND PUBLIC AGENCIES AND THEIR BIOLOGICAL DAMAGE TO OCCUPATIONALLY EXPOSED PEOPLE

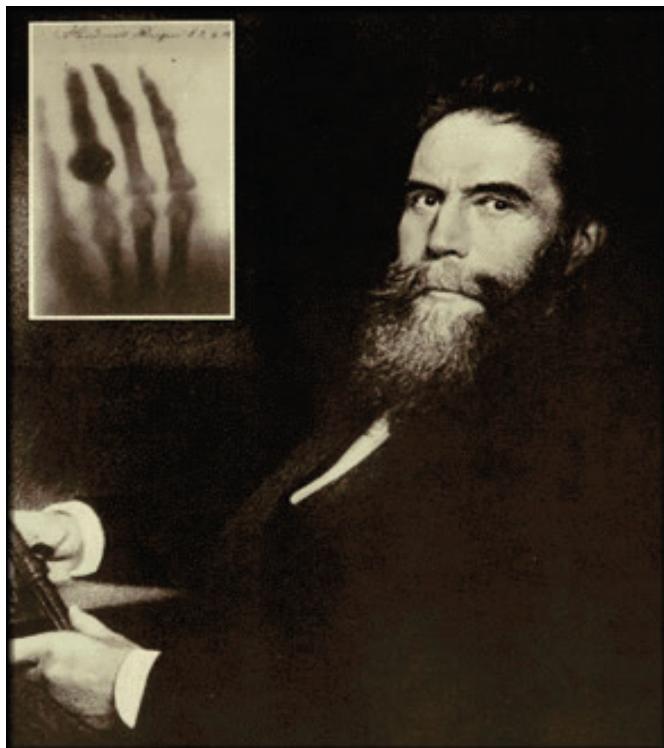
**ABSTRACT:** This article addresses the use of baggage scanner equipment in airports and public bodies that emit ionizing radiation. The biological effects that those occupationally exposed are subjected to without the appropriate biosafety apparatus or academic techniques. The use of X-ray beams for baggage inspection. In addition to addressing the possibilities of exposure to radiation that can cause irreversible damage. The need for control only by qualified people is essential when handling this equipment.

**KEYWORDS:** Baggage Scanner, Inspection, Ionizing Radiation, Biological Effects.

## INTRODUÇÃO

Na tarde de 8 de novembro de 1895 foi descoberto o **raios-X**. Após o trabalho, o físico **Wilhelm Conrad Rontgen** (1845-1923), reitor da Universidade Wurzburg, na Alemanha, resolveu continuar alguns experimentos que fazia no laboratório de sua casa. Antes de cair a noite, um acaso o ajudaria a descobrir os raios X. Foi naquela tarde que o homem ganhou a incrível capacidade de ver o invisível. (Bontrager,1997, p.19).

Como muitos físicos da época. Rontgen pesquisava os raios catódicos inventados pelo inglês **William Crookes** (1832-1919) anos antes. Era um tipo de vidro, dentro do qual um condutor metálico aquecido emitia elétrons, então chamados raios catódicos, em direção a outro condutor. Quando Rontgen ligou o tubo naquele dia, algo muito estranho aconteceu: perto do tubo, uma placa de um material fluorescente chamado platino cianeto de bário brilhou. Ele desligou o tubo e o brilho sumiu. Ligou de novo e lá estava ele. O brilho persistiu mesmo quando Rontgen colocou um livro e uma folha de alumínio entre o tubo e a placa. ((Bontrager,1997, p.21).



**Figura 1:** Hand mit Ringen: a primeira de Wilhelm Röntgen referente à mão de sua esposa, tirada em 22 de dezembro de 1895 e apresentada ao Professor Ludwig Zehnder, do Instituto de Física da Universidade Wurzburg, em 1 de janeiro de 1896.

**Fonte:**[netogeraldes.blogspot.com.br/2014/06/os-raios-x-repercussao-da-descoberta-de.html](http://netogeraldes.blogspot.com.br/2014/06/os-raios-x-repercussao-da-descoberta-de.html)

## A EVOLUÇÃO DOS RAIOS-X

A ciência estudada pelo o físico Rontgen revolucionou a medicina diagnóstica facilitando o trabalho dos médicos e dos profissionais de saúde. A descoberta feita pelo cientista, dentro dessa evolução, deu origem a muitas vertentes da área de diagnóstico por imagem, tais como: Tomografia computadorizada, Raios-X medicinal e odontológico, Medicina Nuclear, além de outros já existentes.

As técnicas de detecção de imagem por raios X evoluíram, mas também encontraram limites. A radiografia comum nunca foi eficiente para visualizar tecidos moles que deixam a radiação passar quase completamente e não criam bons contrastes. A proeza só foi possível com a tomografia convencional e a tomografia computadorizada, uma expressiva evolução dos raios-x, que rendeu um Nobel ao inglês Godfrey Hounsfield e ao americano Allan Cormack. (MUNDO VESTIBULAR, 2015, p.07)

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa acadêmica foi realizada uma consulta nas bases de dados bibliográficos de artigos periódicos online tais como: Scielo, Google acadêmico, LILACS e baseou-se em publicações científicas das áreas de segurança pública e radiologia dos anos de 1995 a 2023. O estudo foi desenvolvido através de pesquisas bibliográficas. Foram encontrados aproximadamente 6500 artigos relacionados às palavras chave: Scanner de Bagagens, Inspeção, Radiação Ionizante, Efeitos Biológicos.

Cada base de dados bibliográficos se destina a um público alvo, possui umacobertura de tipos de documentos e uma cobertura de temáticas, ou seja, conteúdos informacionais que são por ela tratados de forma preferencial. Portanto, deriva-se que nenhuma base de dados é exaustiva e que é preciso buscar a informação relevante em bases de dados adequadas e compatíveis com a temática a ser desenvolvida. (CUNHA,2001, p. 168).

## DENVOLVIMENTO

A região onde se encontra as radiações ionizantes dentro do espectro eletromagnético compreende a faixa dos  $2,4 \times 10^{16}$  Hz aos  $5 \times 10^{19}$  Hz, com comprimentos de onda extremamente reduzidos, quase sempre inferiores aos diâmetros atômicos. Um dos mecanismos mais eficientes para a produção de raios X é a desaceleração rápida de elétrons em alta velocidade. Uma gama extensa de três frequências resultantes, manifesta-se quando um feixe de elétrons com energia elevada é projetado contra uma liga de cobre revestida de tungstênio (ânodo), por exemplo. RAIOS-X.(FISICA,ARCHIVE,2011,p.12)

Devido ao seu poder penetrante, os raios-x são utilizados para examinar várias estruturas de densidades diferenciadas.

## **USO DE RAIOS-X EM AEROPORTOS E ÓRGÃOS PÚBLICOS. (SCANNER DE BAGAGEM)**

Os funcionários da segurança dos aeroportos e órgãos públicos utilizam as radiações ionizantes para examinar as bagagens dos passageiros. Os objetos analisados e scaneados pelos raios-x, são detectados por diferenciação de contraste. Os equipamentos utilizados seguem o mesmo princípio utilizado em grandes indústrias para averiguação de descontinuidades e imperfeições em peças produzidas. (CADERNO DE TESTE, 2011, p.1/11).

### **Funcionamento do Scanner de Bagagens com emissão de Raio-x**

Os procedimentos de inspeção feitos pelos operadores são equivalentes ao uso dos Raios-x convencional, utilizado em hospitais e clínicas. A imagem que é obtida pelo monitor de observação, mostra os objetos dentro das bagagens com cores diferenciadas, cada cor realçando a densidade de cada objeto. Assim como na radiografia convencional as partes anatômicas analisadas, mostram diferentes tonalidades cores.



**Figura 2:** Inspeção de bagagem em Aeroporto.

**Fonte:** INFRAERO (2011, p. 15)

Ao colocar a bagagem na esteira, o gerador de tensão elétrica de alta voltagem emite um feixe de raios-X que faz a varredura identificando o tipo de material sendo transportado. O gerador de raios-x está instalado na parte inferior do equipamento constando em sua placa de identificação a informação de 160 KV. Verificado via software, na função “TESTE DE GERADOR”, a tensão de operação de 160KV é confirmada em cada acinamento. Identificando o ponto de referência de medição pelo manual do gerador. A medida do valor de referência pode chegar a 8,94V, equivalente a 160KV conforme relação de proporcionalidade indicada no manual do fabricante do gerador. (CADERNO DO TESTE DE ACEITAÇÃO PARA VERIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO DE BAGAGEM DE MÃO POR RAIOS-X, 2015, p.16).

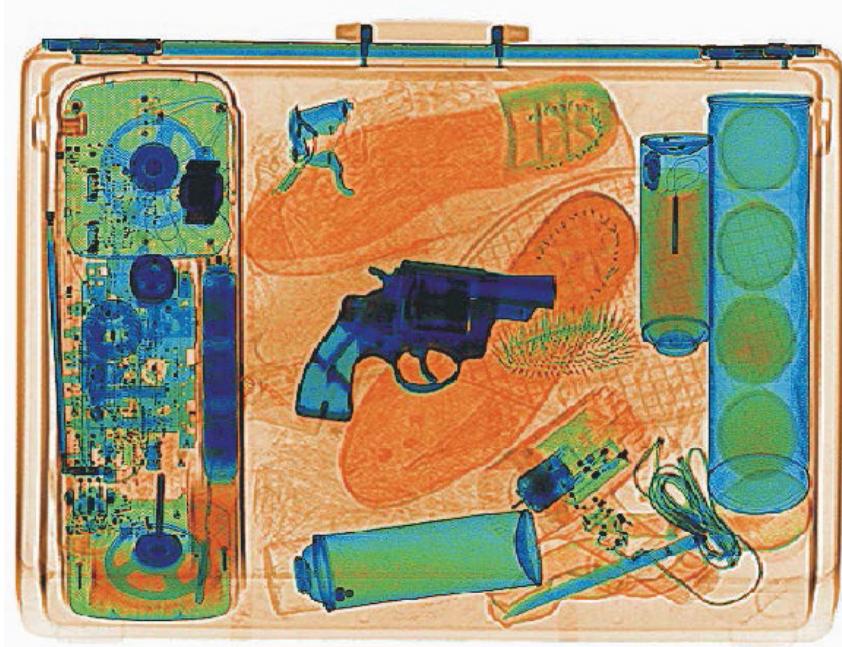
Para formação da imagem no monitor, o detector de imagem digital direta interpreta as regiões com menor incidência de raios-x como mais claro ou vice-versa.

Para fazer a detecção de todos os objetos ao passarem no scanner e diferenciar suas densidades, as empresas aumentaram de forma considerável a tensão elétrica que as máquinas podem suportar, acentuando, assim o poder de penetração dos raios-x. Algumas empresas construíram aparelhos ainda mais danosos à saúde dos operadores, que emitem não um e sim, dois feixes de raios-x, um de baixa energia e outro de alta energia, formando no acionar da máquina dois feixes de radiação ionizante com um poder de penetração considerável. “Comparando os dois feixes, o computador é capaz não só de separar imagens superpostas, mas de determinar a densidade dos materiais e indicar possíveis explosivos”, diz Luiz Góes, diretor técnico da Heimann, representante de uma fábrica desses aparelhos.

Os fótons têm um alto poder de penetrabilidade devido ao seu alto grau de energia, capaz de atravessar qualquer material orgânico e demais materiais mistos (parte orgânica, parte inorgânico). O aparelho de scanner emite dois feixes de raios X, finos o suficiente para “fatiar” os objetos em um ângulo que permita a leitura de objetos sobrepostos. A intensidade com que os raios-X que atravessam cada objeto depende do material de que ele é feito. Materiais orgânicos deixam passar praticamente toda a radiação, enquanto os metálicos bloqueiam a maior parte dela.

Depois de passar pelos objetos, as radiações de diferentes intensidades chegam aos receptores da primeira camada. A radiação de menor energia (bloqueada por algum objeto) é captada por ela, mas não passa do filtro de cobre que separa as camadas 1 e 2. Já a radiação de alto poder de penetração ou nível elevado de energia atravessa o filtro de cobre e chega aos receptores da segunda camada e aqui ocorre o espalhamento secundário do feixe.

O computador interpreta os dados recebidos pelos receptores da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> camadas e faz a interpretação. Se a radiação não chegou à 1<sup>a</sup> camada, significa que há um metal na mala. Se chegar na 1<sup>a</sup> camada, mas não chegar à 2<sup>a</sup>, há um material misto. Se chegar na 2<sup>a</sup> camada, interpreta-se como material orgânico. O computador coloca os objetos com cores diferentes, de acordo com densidade do material. (HITRAX, 2015, p. 10)



**Figura 3:** Inspeção de bagagem com arma de fogo. Na tela de imagem, a atribuição da cor é efetuada com base em um cálculo em tempo real dos graus de absorção medidos. Sendo assim, a cor indica o tipo de material e o brilho (Intensidade) indica a espessura do material.

**Fonte:**Hidrax(2015, p. 36)

## ESPECIFICAÇÕES DE SCANNER DO TIPO RAIOS-X

A alimentação de energia elétrica do aparelho de scanner precisa de adequação para evitar variações de tensão da rede local geradora. Podendo ser monofásica ou bifásica. A fonte de energia é alternada, operadores destas máquinas acionam a esteira e de imediato há a liberação de feixes de fótons de raios-x. Enquanto a esteira está em funcionamento os feixes estão sendo emitidos, trabalhadores não qualificados ficam até 12 horas de um plantão operacional com as esteiras ligadas, recebendo radiação, sem a devido biossegurança, uso de EPIs e ou monitoramento.

Como a radiologia industrial utiliza radiações ionizantes é necessário a proteção radiológica de todos os envolvidos, a equipe, indivíduos, o público e o meio ambiente. Por isso, existem cursos de radiologia industrial e certificações para profissionais da radiologia que se especializarem na área. Para trabalhar como operador de radiografia industrial deve se respeitar as Normas a CNEN NN 7.02 – Resolução CNEN 144/13 de 2013. E a capacitação profissional fica a cargo do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação (SNQ&C), gerenciado pela Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos (ABENDE) e reconhecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

Os ocupacionalmente expostos da radiografia industrial devem possuir qualificação, atestando seus conhecimentos técnicos. Por se tratar da área de radiação ionizante a portaria 453, de 1 de junho de 1998 que regulamenta a profissão de Técnicos e Tecnólogos em radiologia diz: “Nenhum indivíduo pode administrar”, intencionalmente, radiações ionizantes em seres humanos a menos que: Tal indivíduo seja um médico ou odontólogo qualificado para a prática, ou que seja um técnico/tecnólogo, enfermeiro ou outro profissional de saúde treinado e que esteja sob a supervisão de um médico ou odontólogo e possua certificação de qualificação que inclua os aspectos de proteção radiológica, exceto para indivíduos que estejam realizando treinamentos autorizados. (CONTER, portaria MS/SVS nº 453.), porém, mediante o disposto a lei não é cumprida, ocorrendo o grave acesso a técnicas radiológicas por outros profissionais, manuseando aparelhos que emitem tais radiações: engenheiros, biomédicos, operadores de scanner, vigilantes, etc.

A defesa do cumprimento da lei deve ser o alvo principal de órgãos que defendem profissionais da área radiológica, como sindicatos e conselhos de classe.

A portaria MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998 diz: “Para desempenhar as atividades de técnico de raios-x diagnósticos é necessário: Possuir formação de técnico/tecnólogo em radiologia na área específica de radiodiagnóstico.” Diz ainda sobre a comprovação de conhecimentos específicos para o manuseio de máquinas de scanner: “Comprovar conhecimento e experiência em técnicas radiográficas em medicina, considerando os princípios e requisitos de proteção radiológica estabelecidos neste Regulamento”.

É a portaria que contém instruções sobre as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico e industrial em todo território nacional e dá outras providências. Essa portaria considera vários fatores como, por exemplo, estabelecer os conceitos de proteção radiológica, sendo eles: justificação de prática e das exposições médicas individuais, limite de dose, otimização da proteção radiológica e prevenção de acidentes.

## **JUSTIFICAÇÃO**

É o princípio básico da proteção radiológica que estabelece que a exposição deva resultar em benefício real para a saúde do indivíduo e/ou para a sociedade. É proibida qualquer exposição que não possa ser justificada. Na área da saúde existem dois níveis de justificação: justificação genérica e justificação da exposição individual do paciente em consideração. Portaria nº 453 de 1º de junho de 1998 da SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE. (ANVISA, 1998, p.06)

## **OTIMIZAÇÃO DE DOSE**

Estabelece que as instalações e as práticas devam ser planejadas. Deve-se considerar: a seleção adequada do equipamento e acessórios, os procedimentos de trabalho, a garantia de qualidade e os níveis de referência de radiodiagnóstico dos pacientes. Portaria nº 453 de 1º de junho de 1998 da SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DO MINISTÉRIO (ANVISA, 1998, p.07)

## **LIMITE DE DOSE**

Os valores de limites estabelecidos pela Resolução-CNEN nº 12/88 não podem ser excedidos.

## **PREVENÇÃO DE ACIDENTES**

Precisa se executar ações que minimizem a probabilidade de ocorrência de acidentes (exposições potenciais). Portaria nº 453 de 1º de junho de 1998 da SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE. (ANVISA,1998,p.08)

Trata-se de um regulamento que deve ser adotado em todo o território nacional pelas pessoas jurídicas e físicas, de direito privado e público, envolvidas com: produção e comercialização de equipamentos de raios-X, componentes e acessórios, a prestação de serviços que implicam a utilização raios-x para fins médicos e ou industriais e a utilização dos raios x diagnósticos nas atividades de pesquisa biomédica e de ensino.

O profissional que manuseia o equipamento de raios-X de bagagem, não faz uso do equipamento de proteção radiológica, devido ao descaso e não observações da lei de donos de empresa, que visam apenas lucro, não se importando com o cumprimento das metas de proteção radiológica.

A radiação ionizante pode danificar células e afetar o material genético (DNA), causando doenças graves, como câncer, e deformidades congênitas. A exposição em grande escala pode trazer problemas seriíssimos, por isso nesse artigo, é defendido o cumprimento total da portaria que regulamenta o uso e manuseio de equipamentos com radiação ionizante operado por profissionais.

## **FEFEITOS ESTOCÁSTICOS E DETERMINÍSTICOS**

### **Efeito Estocástico**

O efeito estocástico da exposição ocupacional à radiação ionizante é um fenômeno complexo e crucialmente relevante na avaliação dos riscos associados ao trabalho em ambientes radioativos. Este efeito refere-se à probabilidade aleatória de danos genéticos ou cancerígenos que aumenta com a dose de radiação, sem um limiar discernível. Estudos epidemiológicos têm demonstrado uma relação significativa entre a exposição ocupacional à radiação ionizante e o aumento do risco de desenvolvimento de câncer, embora o mecanismo exato pelo qual a radiação induz mutações genéticas ainda seja objeto de investigação.

Além disso, o efeito estocástico é particularmente relevante na determinação de diretrizes de segurança e limites de dose para trabalhadores expostos a radiações ionizantes. Estratégias de proteção radiológica são formuladas com base na compreensão desse efeito, visando mitigar os riscos ocupacionais associados à exposição à radiação. A incerteza inerente ao efeito estocástico enfatiza a importância da implementação de medidas preventivas rigorosas e do monitoramento contínuo da exposição ocupacional, a fim de salvaguardar a saúde dos trabalhadores e garantir um ambiente de trabalho seguro em setores que lidam com radiação ionizante.

### **Efeito Determinístico**

O efeito determinístico da exposição ocupacional à radiação ionizante é uma área de estudo crucial na radiobiologia e na proteção radiológica. Quando os trabalhadores são expostos a níveis significativos de radiação ionizante, especialmente em ambientes industriais ou médicos, podem ocorrer efeitos determinísticos. Estes efeitos são caracterizados por uma relação dose-resposta em que a gravidade do dano biológico aumenta com a dose recebida. Por exemplo, a exposição a doses elevadas de radiação pode resultar em danos agudos aos tecidos, como a síndrome aguda da radiação, caracterizada por náuseas, vômitos, efeitos hematológicos graves e até mesmo a morte em casos extremos.

Além disso, os efeitos determinísticos da radiação ionizante podem ter impactos de longo prazo na saúde dos trabalhadores expostos. Por exemplo, a exposição crônica a níveis moderados de radiação pode aumentar o risco de desenvolvimento de câncer, como leucemia ou câncer de tireoide. Esses efeitos são especialmente preocupantes em profissões onde a exposição à radiação é inevitável, como em trabalhadores de usinas nucleares, técnicos de radiologia e pilotos de avião. Portanto, a compreensão dos efeitos determinísticos da radiação ionizante e a implementação de medidas de proteção adequadas são essenciais para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores ocupacionalmente expostos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O tema discutido nesse trabalho é relevante em razão da necessidade de se fazer cumprir as leis pertinentes ao uso de aparelhos de emissão de raios-x.

A descoberta dos raios-x representou um dos grandes feitos da inteligência humana no final do século XIX, tendo uma repercussão imediata em todo o mundo. Em paralelo aos esforços de interpretação da radiação ionizante, muitas especulações foram feitas, vindo a causar um grande interesse e fascínio nos cientistas e nos cidadãos comuns. Embora a reação em geral tenha sido de deslumbramento com aquela nova descoberta, outras posturas foram observadas, mostrando uma relação de repulsa ou de medo/insegurança pessoais.

As propriedades dos raios-x, quer tenham encantado ou desagradado às pessoas, ocultavam os perigos advindos de sua manipulação indevida. Foi preciso um acúmulo de erros e tragédias para que se despertasse nas pessoas a necessidade do estabelecimento de protocolos de proteção radiológica, bem como da supressão de muitas das aplicações empíricas no cotidiano que eram feitas no início do século XX.

Com isso esperamos que esse trabalho acadêmico desperte a atenção dos órgãos competentes sobre o uso indevido dessas máquinas que são utilizadas em órgãos públicos e aeroportos, máquinas essas que devem ser usadas apenas por pessoas com qualificações estabelecidas em lei. Que a fiscalização seja feita em todo território nacional e que a lei seja cumprida.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 - ANVISA. **Portaria sv/sms nº 453, de 1 de junho de 1998.** Disponível em: <[http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria\\_453.pdf](http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria_453.pdf)>. Acesso em: 16 maio. 2017.
- 2 - Pereira, F. A., & Silva, M. J. (2018). Efeitos da radiação ionizante no organismo humano. Revista Brasileira de Física Médica, 12(3), 72-80.
- 3 - Oliveira, R. C., & Santos, L. M. (2016). Impactos da radiação ionizante na saúde humana: Revisão sistemática. Revista de Saúde Pública, 50, 65.
- 4 - Rodrigues, A. B., & Costa, P. M. (2017). Avaliação dos efeitos da radiação ionizante em tecidos biológicos. Revista Brasileira de Radiologia, 40(2), 89-97.
- 5 - Souza, T. R., & Lima, J. A. (2019). Radiação ionizante e seus efeitos no DNA: Uma revisão crítica. Revista Brasileira de Genética, 42(1), 25-34.
- 6 - Gonçalves, E. M., & Fernandes, S. A. (2020). Efeitos da exposição ocupacional à radiação ionizante: Um estudo de caso em trabalhadores de radiologia. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, 45(3), 112-120.
- 7 - BONTRAGER, K. L. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica.** 5<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 801 p.

8 - Mettler Jr, F. A., & Upton, A. C. (2008). **Medical Effects of Ionizing Radiation** (2nd ed.). Saunders Elsevier.

9 - Attix, F. H. (1986). **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry**. John Wiley & Sons.

10 - Hendee, W. R., & Ibbott, G. S. (2013). **Radiation Therapy Physics** (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

11 - Cember, H., & Johnson, T. E. (2009). **Introduction to Health Physics** (4th ed.). McGraw-Hill Professional.

**12 - Hi-scan treinamento de operação hitrax.** Disponível em: <[https://www.smithsdetection.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=161:online-operator-training-hitrap-basic&Itemid=106&lang=pt](https://www.smithsdetection.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=161:online-operator-training-hitrap-basic&Itemid=106&lang=pt)>. Acesso em: 15 de jan. 2023.

13 - MICROSEGUR. **Scanner corporais**. 2001. Disponível em: <<http://microsegur.pt/index.php?id=105>>. Acesso em: 25 maio. 2024.

**14 - Raios-x.** Disponível em: <<http://www.mundovestibular.com.br/articles/535/1/RAIO-X-/Paacuteegina1.html>>. Acesso em: 19 abril. 2017.

## SITES

**Figura 1: Hand mit ringen:** a primeira de wilhelm röntgen referente a mão de sua esposa, tirada em 22 de dezembro de 1895 e apresentada ao professor ludwig zehnder, do instituto de física da universidade wurzburg, em 1 de janeiro de 1896. Disponível em:<<http://netogeraldes.blogspot.com.br/2014/06/os-raios-x-repercussao-da-descoberta-de.html>>. Acesso em: 07 mar. 2017. Disponível também em: <<http://xray.hmc.psu.edu>> Acesso em: 16 mar. 2017.

**Figura 2: INFRAERO,** caderno do teste de aceitação para verificação dos equipamentos de inspeção de bagagem de mão por raios-x. Brasília, 2011. 41 p.

**Figura 3: Inspeção de bagagem com arma de fogo.** Na tela de imagem, a atribuição da cor é efetuada com base em um cálculo em tempo real dos graus de absorção medidos. Sendo assim, a cor indica o tipo de material e o brilho (intensidade) indica a espessura do material. Apostila Curso de operador de máquina de raios-x. Hidrax. p. 36.