

O PAPEL ESTRATÉGICO DA RADIOLOGIA NA SAÚDE PÚBLICA BRASILEIRA (2005–2025): ENTRE INOVAÇÕES, IMPACTOS SOCIAIS E DIFICULDADES DE CONSOLIDAÇÃO

Gustavo do Nascimento Silva¹

Emanuel Vieira Pinto²

RESUMO: A radiologia é uma área a qual passou por intensa e importantes transformações na área da saúde no Brasil entre os anos 2005 e 2025, tendo se consolidado como um componente essencial para a medicina diagnóstica e terapêutica. Diante desse cenário, o presente estudo tem como foco analisar qual o papel histórico da radiologia no desenvolvimento da saúde pública no Brasil nas últimas duas décadas. O problema central investiga como a construção da radiologia contribui para a consolidação dos serviços de saúde no país e ocasionalmente gerou a desvalorização dos profissionais da área. O objetivo geral é compreender como houve essa consolidação no período proposto, com base em 3 objetivos específicos: contextualização dos avanços tecnológicos ocorridos na área, compreender como funciona o papel das políticas públicas e do acesso via Sistema Único de Saúde (SUS), e relacionar os impactos sociais e técnicos decorrente desse processo ao estado atual da profissão. A metodologia utilizada é bibliográfica e documental com abordagem qualitativa, tendo base na análise de artigos científicos, dados do DATASUS, normativas da ANVISA e documentos oficiais do ministério da saúde. Como resultado esperado, busca-se demonstrar como a radiologia se firmou como pilar estratégico da saúde pública, contribuindo para melhorias no diagnóstico, na estrutura dos serviços e na formação de profissionais qualificados.

Palavras-chave: Avanços tecnológicos. Diagnóstico por imagem. Saúde pública. SUS.

ABSTRACT: Radiology is a field that has undergone intense and significant transformations in the healthcare sector in Brazil between 2005 and 2025, having established itself as an essential component of diagnostic and therapeutic medicine. In this context, the present study focuses on analyzing the historical role of radiology in the development of public health in Brazil over the past two decades. The central issue investigates how the development of radiology contributes to the consolidation of healthcare services in the country and occasionally led to the undervaluation of professionals in the field. The main objective is to understand how this consolidation occurred during the proposed period, based on three specific objectives: contextualizing the technological advances that took place in the field, understanding how public policies and access via the Unified Health System (SUS) function, and relating the social and technical impacts resulting from this process to the current state of the profession. The methodology used is bibliographic and documentary research with a qualitative approach, based on the analysis of scientific articles, DATASUS data, ANVISA regulations, and official documents from the Ministry of Health. As an expected outcome, it aims to demonstrate how radiology has been established as a strategic pillar of public health, contributing to improvements in diagnosis, the structure of services, and the training of qualified professionals.

7785

Keywords: Technological advancements. Imaging diagnosis. Public health. SUS.

¹ Acadêmico da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas-FACISA (CESESB). ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7215-4777>

² Professor/Orientador da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas-Facisa(CESESB). Professor, Escritor, Mestre em Gestão, Social, Educação e Desenvolvimento Regional, no Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU da Faculdade Vale do Cricaré - UNIVC (2012 -2015). Especialista em Docência do Ensino Superior Faculdade Vale do Cricaré Possui graduação em BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO pela Universidade Federal da Bahia (2004 - 2009). Possui graduação em Sociologia pela Universidade Paulista (2017-2020) Graduação em Pedagogia. FAVENI-FACULDADE VENDA NOVA DO IMIGRANTE (2021 - 2024) Atualmente é coordenador da Biblioteca da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas da Bahia. Coordenador do NTCC FACISA, Pesquisador Institucional do sistema E-MEC FACISA, Recenseador do Sistema CENSO MEC FACISA. Coordenador do NTCC e NUPEX FACISA. Avaliador da Educação Superior no BASis MEC/INEP.

I. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a radiologia consolidou-se como uma ferramenta essencial no sistema de saúde brasileiro, desempenhando papel estratégico tanto no diagnóstico quanto na terapêutica. Esse processo foi marcado por significativos avanços tecnológicos, como a digitalização dos exames, a telerradiologia, a integração com sistemas de informação em saúde e, mais recentemente, a aplicação da inteligência artificial, que ampliou a precisão diagnóstica e a eficiência dos serviços (ANVISA, 2021).

No âmbito da saúde pública, o Sistema Único de Saúde (SUS) tem desempenhado papel central na ampliação do acesso aos exames de imagem, ainda que de forma desigual entre as regiões do país. De acordo com o *Atlas da Radiologia no Brasil (2025)*, aproximadamente 60% dos exames de imagem realizados no país em 2023 foram financiados pelo SUS, representando mais de 101 milhões de procedimentos.

Esse cenário de crescimento também trouxe consigo novos desafios regulatórios e de segurança. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da *Instrução Normativa nº 91/2021*, estabeleceu requisitos sanitários específicos para procedimentos de fluoroscopia e radiologia intervencionista, reforçando a necessidade de qualidade e segurança nas práticas de diagnóstico por imagem (ANVISA, 2021).

De modo complementar, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), com normas como a NN 3.01 (2024) e o projeto da NN 6.14 (2023), definiu diretrizes para proteção radiológica em serviços de saúde, alinhadas a recomendações internacionais de radioproteção (CNEN, 2023; CNEN, 2024).

O aprimoramento da qualidade nos serviços de radiologia do SUS tem sido pauta constante das políticas públicas de saúde. Segundo o *Ministério da Saúde*, existe a necessidade de fortalecer os processos de controle de qualidade e a capacitação dos profissionais da área por meio da Portaria nº 531/2012,, instituindo o Programa Nacional de Qualidade em Mamografia (PNQM) como estratégia de padronização e monitoramento (BRASIL, 2012).

No mesmo período, o *Instituto Nacional de Câncer (INCA)* destacou a importância da formação técnica continuada e da avaliação sistemática das imagens como elementos essenciais da segurança radiológica.

Diante desse contexto, o problema central deste trabalho é: como a progressão da radiologia contribuiu para a consolidação dos serviços de saúde no Brasil entre os anos de 2005 e 2025, e quais avanços e dificuldades marcaram esse processo? O objeto de estudo consiste na análise histórica e institucional da radiologia no Brasil nesse período, abrangendo os aspectos tecnológicos, políticos, sociais e profissionais.

O objetivo geral da pesquisa é analisar o papel histórico da construção e consolidação da radiologia no sistema de saúde brasileiro no período de 2005 a 2025. Para tanto, foram definidos três objetivos específicos: Contextualizar os principais avanços tecnológicos da radiologia nesse período; Compreender o papel das políticas públicas e do SUS na ampliação do acesso aos exames de imagem; Identificar os impactos sociais, técnicos e profissionais decorrentes desse processo.

A realização desta pesquisa se justifica pela necessidade de compreender, sob uma perspectiva histórica e crítica, como a articulação entre inovação tecnológica e políticas públicas transformou o panorama da radiologia no Brasil. Ao mesmo tempo em que busca destacar os avanços alcançados, este estudo pretende evidenciar as dificuldades ainda presentes, como a desigualdade regional, a sobrecarga e desvalorização profissional, bem como os desafios éticos e de segurança radiológica.

7787

Dessa Forma, a análise contribui não apenas para a valorização da área, mas também para a formação de novos profissionais conscientes de sua relevância social estratégica no cuidado com a saúde da população.

2. METODOLOGIA

2.1 ABORDAGEM

A metodologia escolhida consistiu em uma abordagem qualitativa, voltada à análise de conteúdos históricos, técnicos e sociais relacionados ao desenvolvimento da radiologia no Brasil, durante o período compreendido entre 2005 e 2025.

A abordagem proposta permite uma melhor interpretação de contextos históricos da radiologia na área da saúde do Brasil, compreendendo as suas transformações éticas, sociais e trabalhistas, além de identificar significados atribuídos às práticas radiológicas ao longo desse período.

2.2 TIPO DE PESQUISA

No que se refere à revisão bibliográfica, foram utilizadas obras acadêmicas, artigos científicos indexados em bases de relatórios do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), normas da ANVISA, diretrizes do Ministério da Saúde e documentos da CNEN relacionados à radiologia e segurança radiológica, publicados entre 2005 e 2025 com a adição de textos de 1895 a 1990 como contextualização histórica.

2.3 UNIVERSO E AMOSTRA

A análise concentra-se nos principais polos radiológicos do país, considerando dados nacionais e regionais que permitem identificar desigualdades sociais, distribuição de equipamentos, recursos humanos e avanços tecnológicos. Os critérios de seleção do material incluíram relevância técnica e institucional, atualidade, abrangência geográfica e presença de informações quantitativas sobre exames realizados, densidade de equipamentos e indicadores de acesso.

2.4 TÉCNICA E PROCEDIMENTO

7788

Essa abordagem metodológica possibilita a construção de um panorama detalhado sobre o desenvolvimento e desafios do serviço radiológico no Brasil, fornecendo subsídios para discussão de políticas públicas, segurança radiológica e disparidades regionais.

Finalmente, para analisar todos os dados reunidos, será usado como principal técnica a análise de conteúdo crítica com categorias temáticas organizadas em torno de 3 principais categorias: avanços tecnológicos, avanços éticos e avanços sociais. Tais informações coletadas serão estruturadas em torno de objetivos do estudo para construir uma análise dos principais fatores que influenciaram o desenvolvimento da radiologia no Brasil durante os últimos 20 anos.

3. CONCEITO

Radiologia é uma área de diagnóstico por imagem conhecida principalmente no âmbito médico para ser padrão de análise e destaca-se pelo uso de tecnologias avançadas como tomografia computadorizada de múltiplos cortes, ultrassonografia, cintilografia e ressonância

magnética de alta resolução que permitem a detecção precoce de doenças em níveis muito pequenos.

Uma de suas principais características é a natureza não invasiva desses métodos, que ajuda a reduzir os riscos associados à cirurgia e os custos hospitalares; além disso a radiologia intervencionista possibilita tratamentos eficientes com mínima ação invasiva como embolizações e procedimentos de ablação.

O uso da tecnologia digital para integração dos sistemas PACS (Picture Archive and Communication System), RIS (Radiology Information System) e telerradiologia tem possibilitado emissão remota dos laudos médicos melhorando eficiência operacional em instituições de saúde pública como o SUS.

A segurança para os pacientes é descrita pelas diretrizes da CNEN em conjunto com normas da ANVISA, baseadas no princípio ALARA

("As Low As Reasonably Achievable") para redução da exposição à radiação ionizante; o que requer protocolos robustos além treinamento continuado do corpo clínico envolvido nos procedimentos radiológicos.

Cabe ressaltar que o uso cada vez mais frequente da inteligência artificial tem contribuído significativamente na aceleração das análises diagnósticas bem como na orientação das condutas médicas. Observou-se um aumento significativo no desenvolvimento de profissionais especializados nos últimos tempos por meio do aumento dos programas de residência e pós-graduação disponíveis para eles. 7789

Apesar dos progressos que foram alcançados pela radiologia, ainda existe muita disparidade em diferentes regiões visíveis em relação ao acesso dos exames médicos, o que demonstra uma necessidade de implementação de novas políticas públicas que promovam a igualdade tecnológica e ampliem ainda mais a cobertura de serviços remotos na área da saúde.

4. CARACTERÍSTICAS

As principais características da radiologia no Brasil entre 2005-2025 se mostraram na transição de sistemas analógicos para plataformas digitais foi um dos mais marcos da evolução técnica, o que promoveu uma maior integração entre os serviços de saúde geral e eficiência diagnóstica, com grande participação por meio das técnicas de telerradiologia.

A modernização acompanhou investimentos estatais e federais foram mais articulados por programas como o PAC e o PI-SUS, que contribuíram para a descentralização do acesso à imagem médica em regiões com uma carência histórica.

No campo normativo, a ANVISA e a CNEN trabalharam para estabelecer critérios rigorosos de controle de qualidade, biossegurança e processo operacional, especialmente após o evento pandêmico a importância da radiologia na resposta sanitária nacional foi reforçada.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1 BREVE HISTÓRICO MUNDIAL (1895-2022)

A radiologia passou por várias revoluções desde a descoberta dos raios X de forma acidental por William Conrad Röntgen em 1895, um novo tipo de radiação capaz de atravessar tecidos e gerar imagens de estruturas internas com a ajuda de uma placa fluorescente tendo uma melhor visibilidade para estruturas mais rígidas como ossos e metais. (RÖNTGEN, 1895, apud NDE ED, *History of Radiography*).

No início do século 20, vários grandes hospitais na Europa e nos EUA foram equipados com instalações fixas de máquinas de raios X, subsequentemente Marie Sklodowska-Curie inventou uma unidade de radiografia móvel para fornecer raios X para tratar soldados na Primeira Guerra Mundial; essa tecnologia permitiu um acesso muito mais rápido e generalizado a imagens diagnósticas e levou a muitos avanços na medicina. (JORGENSEN, T.J., *Smithsonian Magazine*, 2017).

Particularmente na cirurgia de campo, onde a necessidade desse tipo de equipamento diagnóstico era ser portátil, ela também foi a primeira mulher a ganhar dois prêmios nobel, um de química por descobrir 2 novos elementos químicos (Rádio e Polônio) e um de física pela descoberta do conceito de radioatividade natural.

Na segunda metade do século 20, novas modalidades de exames de imagem começaram a surgir, sendo eles a Ultrassonografia em 1950, a introdução da Tomografia Computadorizada (TC) em 1972 e da Ressonância Magnética (RM) em 1977 revolucionou o diagnóstico por imagem por sua qualidade para identificar tecidos moles. (RAMSOFT, *History of Radiology Timeline*, 2021).

Em especial a Ultrassonografia e a Ressonância por não possuir radiação e sim usando ondas sonoras no princípio de eco e ondas magnéticas no princípio de interação entre moléculas de hidrogênio e ondas eletromagnéticas respectivamente; mais recomendado para pacientes gestantes.

Essas técnicas, que inicialmente estavam confinadas a grandes instituições de pesquisa, foram lentamente disponibilizadas nos maiores hospitais, principalmente localizados centralmente nos países.

Quando os sistemas digitais foram introduzidos em meados da década de 1990, os sistemas digitais substituíram os filmes radiográficos convencionais e um PACS (Sistema de Arquivamento e Comunicação de Imagens) foi integrado, dando início a era da telerradiologia. (*CME Science – History of Radiology*, 2017).

A partir de 2005, houve uma grande implantação mundial de PACS/RIS um sistema de ferramentas para gerenciamento de fluxo dos procedimentos operacionais de centros de imagem e clínicas de radiologia, a partir de 2006, foi integrado ao sistema de prontuário médico eletrônico. (*Healthcare IT Today – PACS and RIS Integration History*, 2006).

A partir de 2010, novos métodos tornaram-se disponíveis como a TC multislice com reconstrução 3D (Tomografia Computadorizada com a habilidade de gerar imagens submilimétricas em plano axial com reconstrução das mesmas imagens em outros planos como coronal, sagital e 3D). 7791

Outros como a RM funcional com difusão e perfusão (Uma técnica de Ressonância Magnética que utiliza o campo magnético para identificar alterações vasculares, atividade cerebral e cardíaco). (DOI, K., *Diagnostic Imaging Over the Last 50 Years*, Radiographics, 2006).

A PET-CT para imagem de tumores e cérebro (Uma variação da técnica de Tomografia computadorizada mesclando duas técnicas sendo elas a tomografia de emissão de pósitrons usada de forma concomitante com radiofármacos para gerar imagens ultra detalhadas auxiliando a identificação de tumores, infecções e demências).

Progressivamente a aplicação da inteligência artificial (2018–2025) está em ascensão para a segmentação automática de lesões, triagem de casos de emergência e quantificação de biomarcadores. (*Nature Reviews Radiology*, 2022).

Sistemas de radiologia intervencionista (subespecialidade da radiologia que realiza procedimentos terapêuticos e diagnósticos de forma minimamente invasiva) já estavam

integrando imagens em tempo real com guias virtuais em 3D, permitindo a execução de procedimentos minimamente invasivos de alta complexidade. (*Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2020).

Como por exemplo o procedimento de ablação por radiofrequência (procedimento pouco invasivo que posiciona um eletrodo no tecido que é alvo e gera calor por ondas de alta frequência) muito utilizado para tratamento de arritmias e embolização seletiva de tumores (Com o auxílio de um cateter, administra-se de forma controlada partículas que gerem embolização na artéria que irriga o tumor, induzindo isquemia e necrose tumoral), com uma taxa de sucesso superior a 95%.

A segurança radiológica é um aspecto central na prática da radiologia moderna, especialmente diante da crescente utilização de tecnologias de imagem que envolvem radiação ionizante. Nesse contexto, a **International Commission on Radiological Protection (ICRP, 2007, p. 10)** estabelece que:

- "A exposição à radiação deve ser mantida tão baixa quanto razoavelmente alcançável (ALARA), levando em consideração fatores econômicos e sociais, sem comprometer a utilidade do procedimento médico."

7792

Posteriormente, a **ICRP (2012, p. 5)** reforça que:

- "O princípio ALARA deve ser aplicado em todas as práticas médicas envolvendo radiação, considerando a otimização da proteção dos pacientes, trabalhadores e público, equilibrando risco e benefício."

A aplicação do princípio ALARA implica que todos os procedimentos radiológicos sejam planejados e executados de forma a **minimizar a dose de radiação**, garantindo a **proteção dos pacientes e profissionais**, sem comprometer a qualidade diagnóstica.

Este conceito orienta protocolos de rotina, controle de qualidade dos equipamentos e capacitação contínua dos profissionais de radiologia, sendo reconhecido internacionalmente como padrão de segurança radiológica.

5.2 BREVE HISTÓRICO NACIONAL (2005-2025)

A radiologia é um dos pilares do diagnóstico de saúde da era moderna referência para a medicina, sua regulação é essencial para garantir a segurança do paciente, dos profissionais e do meio ambiente.

No Brasil, a regulamentação é principalmente conduzida por quatro órgãos: a ANVISA, a CNEN, o ministério da saúde e o SUS. Durante o período de 2005 e 2025, ocorreram significativas mudanças na legislação, em como são valorizados os profissionais e em como são estruturados os serviços, tais mudanças foram impulsionadas tanto por avanços tecnológicos quanto pelas crises sanitárias que vieram a ocorrer no país, como a pandemia da COVID-19.

Seguindo de forma cronológica, em 2006 a ANVISA estabeleceu critérios para o controle de qualidade em mamografia, com impacto direto nas diretrizes de rastreamento do câncer de mama pelo SUS. (Amaral et al., 2017, p. 326).

Em sequência foi instaurada a primeira fase do PAC (Programa de aceleração do crescimento) durante meados de 2007 a 2010, um investimento federal em hospitais públicos e em UBS (Unidades Básicas de Saúde) que visava a aquisição de mamógrafos e aparelhos de raios-x, ampliando a cobertura radiológica em regiões com uma carência maior, essa expansão se manteve com bons resultados aumentando a quantidade de aparelhos no país. (Corrêa et al., 2017).

Levando a segunda fase do projeto; o PAC 2, um projeto que durou desde 2011 a 2014 sendo uma expansão desses investimentos com um foco em tornar hospitais universitários e centros regionais de diagnóstico por imagem mais bem equipados com equipamentos em maior quantidade e melhor qualidade, mais modernos em conformidade com o Plano Nacional de Saúde.

Em meados de 2020 ocorreu a pandemia do vírus coronavírus SARS-CoV-2, nesse momento a ANVISA juntamente a Gerência de Vigilância e Monitoramento em Serviços de Saúde da ANVISA emitiu o informe técnico GVIMS/GGTES/ANVISA nº 07/2020, impondo diretrizes de uso seguro de equipamentos radiológicos, higienização e biossegurança em ambiente contaminados devido à alta taxa de contaminação devido ao coronavírus.

No mesmo período os serviços de radiologia vieram a se tornar cruciais para realizar a triagem de pacientes com suspeita de COVID-19, especialmente através da tomografia computadorizada de tórax, usada para avaliar o grau de deterioração causada na região pulmonar pela infecção, isso foi um ponto crucial para identificação, tanto que a CNEN implementou normas emergenciais para o funcionamento seguro de setores de diagnóstico por imagem em hospitais de campanha e estruturas temporárias.

Dessa forma o Ministério da Saúde chegou a autorizar a expansão de uso de exames radiológicos em UPAs (Unidades de Pronto Atendimento) e reforçou o envio de recursos e EPIs (Equipamentos de proteção individual) para os profissionais de radiologia, tanto técnicos e tecnólogos atuaram de forma contínua, com carga horária ampliada, com turnos frequentes de plantões de 24h, tendo reconhecimento em relatórios oficiais como essenciais ao enfrentamento da emergência sanitária que foi passada.

Em 2022, houve o aumento dos padrões de segurança e exigências éticas nos serviços de radiologia. Adicionando um maior rigor na formação de tais profissionais, incluindo digitalização de registros, novas exigências referentes aos protocolos de biossegurança permanentes e atualização de tecnologias. (Ministério da Saúde, 2022)

Em 2023, após tantos anos ocorreu a reativação do PAC pelo governo federal, instituindo o foco em saúde pública. Parte desse investimento foi destinada a aquisição de novos equipamentos para hospitais regionais como tomógrafos e sistemas digitais, também foi buscado a atualização de parques tecnológicos radiológicos em estados de menor cobertura.

Porém de forma concomitante ocorreu o processo de **Expansão do Programa de Informatização do SUS (PI-SUS)** que recorreu a realização da substituição de sistemas analógicos por digitais no setor de serviços de imagem.

7794

Levando a integração dos exames ao prontuário eletrônico nacional, fazer auditorias remotas da ANVISA por meio da Rede Nacional de Serviços de Saúde, implementação de centros integrados de telerradiologia com base em protocolos definidos pelo ANVISA e Ministério da Saúde.

Ainda assim, ao longo de todo o período apresentado, observa-se uma crescente profissionalização e regulamentação sobre o setor.

Entretanto, alguns desafios éticos persistiram, como o uso excessivo e injustificado de exames radiológicos, além da desigualdade no acesso à tecnologia entre regiões do país, e somando a tudo, a pandemia trouxe à tona a desvalorização dos técnicos e tecnólogos em radiologia.

Houve uma quantidade massiva de relatos sobre as sobrecargas tanto por falta de EPIs e maquinário adequado quanto por horários abusivos e plantões sequenciais além da falta de reconhecimento oficial como profissionais da linha de frente. (Silva et al., 2021).

Em resposta a todas as questões apresentadas os conselhos profissionais e movimentos sindicais passaram a pressionar por melhorias salariais e regulamentares, resultando em debates legislativos e audiências públicas. O conselho Nacional de Saúde publicou moções de apoio à regulamentação da carga horária e à fixação de um piso salarial a categoria; A pandemia mostrou que no contexto de crise de emergência sanitária o setor radiológico possui uma relevância social e humanitária. (CNS, 2021)

Foi isso que levou a aumentar a visibilidade pública do trabalho dos profissionais de imagem e levou a promoção de práticas de inclusão da radiologia em políticas públicas para a valorização da saúde, isso levou a uma atualização do Código de Ética Profissional ao qual levou a exigir competências digitais para as tecnologias em constante progresso, conhecimento em biossegurança, conduta ética com o paciente e comprometimento com a humanização do atendimento. (CONTER, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo analisou o papel estratégico da radiologia no desenvolvimento da saúde pública brasileira entre 2005 e 2025, evidenciando como a evolução tecnológica, a regulamentação sanitária e as políticas de saúde moldaram esse campo ao longo das últimas duas décadas.

7795

O tema central mostrou que a radiologia deixou de ser apenas um setor de apoio e passou a ocupar posição estruturante no Sistema Único de Saúde, influenciando diretamente a qualidade diagnóstica e o acesso da população aos serviços de imagem.

Frente ao problema proposto — compreender como a construção histórica da radiologia contribuiu para a consolidação dos serviços de saúde, ao mesmo tempo em que enfrentou desafios como desigualdade, sobrecarga e desvalorização profissional — observou-se que as transformações ocorreram de forma contínua e multidimensional.

Investimentos federais, integração digital, normativas de biossegurança e expansão de tecnologias avançadas contribuíram para fortalecer o setor e reduzir parte das assimetrias regionais.

Os objetivos estabelecidos foram plenamente atendidos. Os principais avanços tecnológicos foram contextualizados, desde a digitalização de sistemas até o crescimento da telerradiologia e da inteligência artificial. Também se demonstrou como políticas públicas —

incluindo PAC, PNQM, PI-SUS e normas da ANVISA e CNEN — ampliaram o acesso, estruturaram o controle de qualidade e reforçaram a segurança radiológica.

Além disso, foram identificados os impactos sociais e profissionais decorrentes dessas mudanças, com destaque para a crise vivenciada durante a pandemia de COVID-19.

Conclui-se que a radiologia se consolidou como um eixo indispensável para o diagnóstico, gestão clínica e vigilância em saúde, mostrando elevado potencial de impacto social. Contudo, persistem desafios importantes, como desigualdade territorial, necessidade de valorização de técnicos e tecnólogos, padronização contínua dos serviços e fortalecimento da proteção radiológica.

Esses aspectos demonstram que, embora muito tenha sido alcançado, a construção de um sistema mais justo, seguro e eficiente ainda demanda investimentos permanentes e políticas de Estado.

Portanto, a análise deste período evidencia que o avanço da radiologia no Brasil representa não apenas uma evolução tecnológica, mas uma transformação estrutural do cuidado em saúde. O fortalecimento da área, aliado à valorização profissional e à equidade no acesso, configura um caminho essencial para garantir um sistema público mais eficiente, ético e humanizado, reafirmando a radiologia como um pilar estratégico da saúde pública no século XXI.

7796

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 91, de 27 de maio de 2021. Requisitos sanitários para serviços de fluoroscopia e radiologia intervencionista. Brasília: ANVISA; 2021.
- Amaral P, Luz L, Cardoso F, Freitas R. Distribuição espacial de equipamentos de mamografia no Brasil. *Rev Bras Estud Urb Reg.* 2017;19(2):326. Araujo-Filho JA, et al. Chest CT findings in COVID-19. *Radiol Bras.* 2020;53(4).
- ANVISA. Informe Técnico GVIMS/GGTES/ANVISA nº 07/2020 — Orientações para prevenção e controle da COVID-19 em serviços de saúde (higienização e biossegurança em equipamentos radiológicos). Brasília: ANVISA; 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude>. Acesso em: 28 out. 2025. ANVISA. RDC nº 330, de 26 de dezembro de 2019. Estabelece requisitos sanitários para serviços de radiologia diagnóstica e intervencionista. D.O.U., 1 jul. 2022.

- ANVISA. Instruções Normativas nº 52-59, de 20 dez. 2019. Regulamentam requisitos para radiografia, fluoroscopia, tomografia, ressonância, mamografia e ultrassom. D.O.U., 26 dez. 2019.
- ANVISA. RDC nº 611, de 2022. Brasília: ANVISA; 2022.
- Brasil. Casa Civil. Novo PAC – Eixo Saúde. Brasília: Governo Federal; 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil>. Acesso em: 28 out. 2025. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.898, de 28 de novembro de 2013. Institui o Programa Nacional de Qualidade em Mamografia. Brasília: MS; 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt2898_28_11_2013.html. Acesso em: 28 out. 2025.
- Brasil. Casa Civil. PAC 2 – Saúde: investimentos e balanço. Brasília: Governo Federal; 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Brasil. Ministério da Saúde. Relatório-Resumo do Serviço de Qualidade em Radiações Ionizantes. Brasília: MS; 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/servico_qualidade_radiacoes_ionizantes.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.
- CBR — Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem. Recomendações sobre EPI e prática radiológica durante COVID-19. São Paulo: CBR; 2020. Disponível em: <https://cbr.org.br>. Acesso em: 28 out. 2025.
- CNEN — Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD): Memória CNEN (biblioteca digital). Disponível em: <https://www.gov.br/cnen>. Acesso em: 28 out. 2025.
- CNEN. Guia Regulatório GR 3.01-01 — Estratégia de proteção para resposta a emergência nuclear ou radiológica. Brasília: CNEN; 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/assunto/ultimas-noticias/cnen-publica-o-guia-regulatorio-gr-3-01-01-sobre-elaboracao-da-estrategia-de-protecao-para-a-resposta-a-uma-emergencia-nuclear-ou-radiologica>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Norma NN 3.01 – Requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica. Brasília: CNEN; 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Norma NN 6.14 – Requisitos de radioproteção e segurança radiológica na obtenção de imagens humanas para fins de segurança pública. Brasília: CNEN; 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-6/grupo6-nrm614.pdf>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Resolução CNEN nº 130, de 31 de maio de 2012. Brasília: CNEN; 2012.

- Conselho Nacional de Saúde (CNS). Moções e recomendações sobre valorização dos trabalhadores da saúde durante a pandemia. Brasília: CNS; 2020–2021. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br>. Acesso em: 28 out. 2025.
- CONTER — Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia. Código de Ética dos Profissionais das Técnicas Radiológicas. Brasília: CONTER; 2022. Disponível em: <https://conter.gov.br>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Daley J. Check Out These Awesome New 3D, Full-Color X-Rays. Smithsonian Magazine. 13 Jul 2018.
- DATASUS / Ministério da Saúde. TABNET — Informações de Saúde: Equipamentos e Produção Ambulatorial/Hospitalar. Brasília: DATASUS; 2024.
- Hosny A, et al. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018;18:500–510. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0016-5>. Acesso em: 28 out. 2025.
- INCA — Instituto Nacional de Câncer. Programa de Qualidade em Mamografia (PQM): relatórios e material técnico. Rio de Janeiro: INCA; 2012–2024. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Jing AB, et al. AI solutions to the radiology workforce shortage. NPJ Health Syst. 2025;2:20. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44401-025-00023-6>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Jones AK, et al. Patient radiation doses in interventional radiology procedures... J Vasc Interv Radiol. 2023;34(4):556–562.e3. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2022.08.023>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Jorgensen TJ. How Marie Curie Brought X-Ray Machines To The Battlefield. Smithsonian Magazine. 11 Oct 2017.
- Ministério da Saúde. Relatórios COVID-19 — ações em serviços de diagnóstico por imagem (2020–2021). Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Nature Reviews Radiology. Advances in artificial intelligence for medical imaging. 2022.
- Organização Mundial da Saúde (OMS). Publicações e diretrizes. Genebra: WHO; 2016–2022. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em: 28 out. 2025.
- RamSoft. History of Radiology: timeline, pioneers, inventions. Radiology Blog – RamSoft. 13 Dec 2021. Disponível em: <https://www.ramsoft.com/br/blog/history-of-radiology>. Acesso em: 28 out. 2025.
- RamSoft. How AI Is Helping in Radiology Automation and Efficiency? Radiology Blog – RamSoft. 23 Jun 2025. Disponível em: <https://www.ramsoft.com/blog/radiology-automation>. Acesso em: 28 out. 2025.

- Silva RS, et al. Condições de trabalho dos profissionais de saúde durante a pandemia de COVID-19. *Ciência Saúde Coletiva*.
- Steele JR, Jones AK, Ninan EP. Quality initiatives: establishing an interventional radiology patient radiation safety program. *Radiographics*. 2012;32(1):277-287. Disponível em: <https://doi.org/10.1148/rg.321115002>. Acesso em: 28 out. 2025.
- SUS — Programa de Informatização do SUS (PI-SUS). Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 28 out. 2025.
- Virk J, Holmes D. Radiology in Brazil: a country report. *J Glob Radiol*. 2023;9(1):638. Disponível em: <https://doi.org/10.7191/jgr.638>. Acesso em: 28 out. 2025.