



CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA

BRUNA MARIO DE SOUZA

**BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA: PRINCÍPIOS DOS EXAMES
DE IMAGEM E ATUAÇÃO DO PROFISSIONAL NA ÁREA**

BRUNA MARIO DE SOUZA

**BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA: PRINCÍPIOS DOS EXAMES
DE IMAGEM E ATUAÇÃO DO PROFISSIONAL NA ÁREA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Biomedicina da Faculdade de Apucarana –
FAP, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Profº Especialista Luciano
César Ferreira.

Apucarana
2024

BRUNA MARIO DE SOUZA

**BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA: PRINCÍPIOS DOS EXAMES DE IMAGEM
E ATUAÇÃO DO PROFISSIONAL NA ÁREA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº Especialista Luciano César Ferreira
Faculdade de Apucarana

Profº Me. Vera Lucia Delmonico Vilela
Faculdade de Apucarana

Profº Me. Vinícius Lopes da Silva
Faculdade de Apucarana

Apucarana, ____ de _____ de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de ter iniciado uma graduação e a capacidade para conseguir concluí-la. A sabedoria e conhecimento adquirido em toda a trajetória na faculdade, me permitindo vencer todos os obstáculos.

Agradeço a minha família e amigos que me apoiaram e incentivaram. Principalmente aos meus pais, que sempre me motivaram a estudar e ter uma formação, e que se esforçaram para que o mesmo fosse possível de ser realizado.

Às amizades que o curso me proporcionou, trazendo leveza a essa etapa importante, juntamente suporte para os momentos difíceis.

Aos professores que se dedicaram todos esses anos, transmitindo todo seu conhecimento e experiências para auxiliar na formação de um profissional.

Em especial ao meu orientador, Professor Luciano César Ferreira, extremamente dedicado aos seus acadêmicos e um exemplo profissional. Obrigada por me conduzir em um trabalho de grande relevância para minha formação, pela amizade e por todo conhecimento fornecido nesse período.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

Carl Jung

SOUZA, Bruna Mario de. **Biomédico imagenologista: princípios dos exames de imagem e atuação do profissional na área.** 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana - Pr. 2024.

RESUMO

Este trabalho explora a atuação do biomédico imagenologista, concentrando-se nos princípios fundamentais dos exames de imagem e sua atribuição essencial e transcendente na área da saúde e sinergicamente destacando o papel do biomédico no diagnóstico clínico por imagem. O objetivo abarcou a ação de investigar a atuação do biomédico imagenologista, analisando os princípios fundamentais dos exames de imagem. Para atingir esse propósito, a metodologia adotada envolveu uma revisão bibliográfica, abrangendo artigos, livros e trabalhos acadêmicos dos últimos 10 anos. As fontes consultadas incluíram as bases de dados Scielo, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Scholar, garantindo uma abordagem atualizada e abrangente sobre o tema. Foram discutidos os fundamentos de diversas modalidades de exames de imagem, como tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrassonografia, radiologia, densitometria óssea e medicina nuclear. Além disso, foram explorados o uso dos contrastes radiológicos nos exames. Concluiu-se que o biomédico imagenologista desempenha uma função importante no diagnóstico clínico, e sua atuação evoluiu em resposta às demandas e avanços tecnológicos. A formação acadêmica, regulamentação, preparação durante a graduação e busca por atualização destacam a complexidade da profissão.

Palavras-chave: Biomédico; Exame; Imagenologia.

SOUZA, Bruna Mario de. **Biomedical imaging specialist: principles of imaging tests and the professional's work in the área.** 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana - Pr. 2024.

ABSTRACT

This paper explores the role of the biomedical imaging specialist, focusing on the fundamental principles of imaging examinations and their essential and transcendent attribution in the health area and synergistically highlighting the role of the specialist in clinical diagnosis. The objective was to investigate the work of the biomedical imaging specialist, analyzing the fundamental principles of imaging examinations. In meeting this objective, the methodology adopted involved a bibliographic review that covered articles, books and academic papers from the last 10 years. The sources consulted included the Scielo, Virtual Health Library (VHL) and Google Scholar databases, ensuring an updated and comprehensive approach to the subject. The fundamentals of several modalities of imaging examinations were discussed, such as computed tomography, magnetic resonance, ultrasonography, radiology, bone densitometry and nuclear medicine. Furthermore, the use of radiological contrasts in the examinations was explored. Therefore, it was concluded that the biomedical imaging specialist plays an important role in the clinical diagnosis process, and its performance evolves in response to demands and technological advances. In light of this, it is possible to observe that academic training, regulatory frameworks, preparation during graduation and the search for professional updating highlight the complexity of the profession.

Keywords: Biomedical; Examination; Imagenology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípios da ressonância magnética.....	12
Figura 2 – Equipamento de densitometria óssea	17
Figura 3 – Estudo de viabilidade do miocárdio com tomografias por emissão de pósitrons (PET) e de fótons simples (SPECT)a.....	18
Figura 4 – Imagem de PET/CT	20
Figura 5 – Primeira radiografia realizada	28

LISTA DE SIGLAS

CFBM	Conselho Federal de Biomedicina
CRBM-2	Conselho Regional de Biomedicina 2º Região
DEXA	Absorbância de Dupla Energia
DMO	Densidade Mineral Óssea
PET	Tomografia por Emissão de Pósitrons
PET/CT	Tomografia por Emissão de Pósitrons - Tomografia Computadorizada
RF	Radiofrequência
RM	Ressonância Magnética
RMf	Ressonância Magnética Funcional
SPECT	Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único
TC	Tomografia Computadorizada
TCCB	Tomografia Computadorizada Cone Beam
US	Ultrassonografia

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
1.1 Fundamentos dos Exames de Imagem	10
1.2 Tomografia Computadorizada	10
1.3 Ressonância magnética	12
1.4 Ultrassonografia	13
1.5 Radiologia Geral e Especializada.....	15
1.6 Densitometria Óssea	16
1.7 Medicina Nuclear	18
1.8 Radioterapia	19
1.9 Dosimetria.....	21
2 CONTRASTES RADIOLÓGICOS	22
2.1 Introdução aos Contrastes Radiológicos	22
2.2 Mecanismo de Ação e Administração	23
2.3 Indicações e Contraindicações.....	24
2.4 Efeitos Adversos e Considerações Éticas.....	25
3 CONTRIBUIÇÕES DO BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA PARA O DIAGNÓSTICO CLÍNICO.....	27
3.1 Trajetória da Imagenologia e o Biomédico	27
3.2 Regulamentação e Formação Acadêmica	29
3.3 Atuação Específica do Biomédico Imagenologista	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Fundamentos dos Exames de Imagem

A evolução da prática biomédica na área de imagenologia, radiologia, biofísica e instrumentação médica tem sido marcada por significativos avanços tecnológicos e científicos. A Resolução Nº. 234, de 05 de dezembro de 2013, do Conselho Federal de Biomedicina, delineou as atribuições específicas do biomédico nesse contexto, conferindo legitimidade para atuar na execução e governança em diversos exames de imagem. Este conjunto de normativas, ao considerar o panorama contemporâneo e as exigências tecnológicas, estabeleceu um amplo escopo de atuação para esses profissionais (CFBM, 2013).

Neste contexto, este tópico explorará os fundamentos dos principais exames de imagem nos quais o biomédico desempenha papel significativo. Tomografia Computadorizada (TC), Ressonância Magnética (RM), Ultrassonografia, Radiologia Geral e Especializada, Densitometria Óssea, Medicina Nuclear, Radioterapia e Dosimetria compõem um espectro diversificado de procedimentos. Esta investigação proporcionará a compreensão dos princípios fundamentais subjacentes a cada modalidade, destacando a técnica necessária para operar equipamentos, definir protocolos de exames, administrar contrastes e realizar procedimentos específicos empregues na execução de diagnósticos, assim como na avaliação e conduta de diversificadas patologias.

Ao entender quais são os alicerces científicos e tecnológicos dessas modalidades de imagem, busca-se não apenas compreender o estado atual da prática biomédica, mas também projetar a relevância dessas contribuições para o avanço contínuo da saúde e diagnóstico por imagem.

1.2 Tomografia Computadorizada

A tomografia computadorizada representa uma evolução notável no campo da imagem, fornecendo uma visão tridimensional detalhada dos órgãos e estruturas internas do corpo humano. Seu desenvolvimento revolucionou a prática clínica ao

oferecer diagnósticos mais precisos e uma compreensão mais profunda das condições médicas (Santos Junior *et al.*, 2020).

A tomografia computadorizada convencional é a abordagem tradicional, onde um feixe de raios-X atravessa o corpo do paciente, sendo detectado por sensores para gerar imagens transversais detalhadas. A tomografia computadorizada helicoidal, por sua vez, introduz o conceito de movimento contínuo do tubo de raios-X e da mesa, permitindo uma aquisição em espiral para reconstruções tridimensionais mais rápidas.

A tomografia computadorizada *multislice*, representa uma evolução ao empregar múltiplos detectores simultâneos, proporcionando imagens de alta resolução e uma velocidade de aquisição mais eficiente. Já a tomografia computadorizada cone beam (TCCB), frequentemente utilizada em radiologia odontológica, emprega um feixe em forma de cone para imagens tridimensionais específicas (Cesca *et al.*, 2022). Outro avanço notável é a tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT/CT), que combina a TC com a imagem funcional da cintilografia, permitindo uma correlação entre informações anatômicas e funcionais para diagnósticos mais abrangentes (Ribeiro, 2023).

No âmbito clínico, a tomografia computadorizada desempenha um papel crucial em diversas especialidades médicas. Sua capacidade de fornecer imagens detalhadas permite a detecção precoce de patologias, a avaliação de lesões traumáticas e a orientação precisa de procedimentos cirúrgicos. Além disso, a TC é frequentemente utilizada em estudos de angiografia para avaliação vascular, proporcionando uma visualização clara de vasos sanguíneos e identificação de possíveis obstruções (Silva; Oliveira, 2017).

Dessa forma, compreende-se que a tomografia computadorizada representa uma ferramenta essencial na prática diagnóstica e terapêutica moderna. Seus fundamentos físicos, aliados a avanços tecnológicos contínuos, oferecem uma abordagem abrangente para a visualização detalhada das estruturas internas do corpo humano, destacando-se como uma contribuição significativa para o avanço da medicina e da saúde pública.

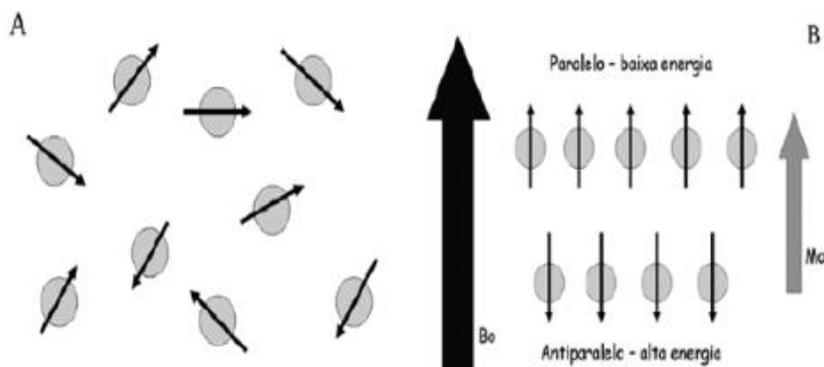
Contudo, é imperativo considerar os desafios associados ao uso da TC, principalmente a exposição à radiação ionizante. Estratégias para otimizar a dose de radiação e a implementação de protocolos de imagem com menor dose são áreas em constante desenvolvimento para mitigar riscos associados à possível quebra da homeostase orgânica (Silva; Marcondes, 2018).

1.3 Ressonância magnética

A ressonância magnética é uma técnica avançada de imagem médica que utiliza o fenômeno da ressonância magnética nuclear para criar imagens detalhadas das estruturas anatômicas e funcionais do corpo humano. Esse método proporciona uma visão sem radiação ionizante, sendo particularmente valioso para a avaliação de tecidos moles e estruturas intracranianas (Koch, 2022).

O princípio fundamental da RM baseia-se na interação entre núcleos atômicos que possuem propriedades magnéticas e um campo magnético externo. Quando um paciente é exposto a esse campo magnético, os prótons de hidrogênio, abundantemente presentes no corpo humano, alinham-se com o campo magnético. Em seguida, pulsos de radiofrequência são aplicados, perturbando esse alinhamento e, ao cessarem, os prótons retornam ao estado de equilíbrio inicial, liberando energia. Os detectores de radiofrequência captam essa energia liberada, permitindo a geração de imagens detalhadas das diferentes regiões do corpo (Figura 1) (Koch, 2022).

Figura 1 – Princípios da ressonância magnética



Fonte: Hage e Iwasaki (2009)

A qualidade da imagem na ressonância magnética é determinada por diversos fatores, incluindo a intensidade do campo magnético, a sequência de pulsos de radiofrequência utilizada e o tempo de relaxamento dos tecidos. Sistemas modernos de RM empregam campos magnéticos de alta intensidade, frequentemente medidos em Tesla, para otimizar a resolução e a sensibilidade das imagens (Soares, 2020; Marques, 2021).

No contexto clínico, a ressonância magnética é amplamente aplicada em diversas especialidades médicas. Sua capacidade de fornecer imagens detalhadas

dos tecidos moles a torna especialmente valiosa na neurologia, oncologia e ortopedia. Na neuroimagem, por exemplo, a RM possibilita a identificação precisa de lesões cerebrais, vasos sanguíneos e estruturas anatômicas complexas, contribuindo significativamente para o diagnóstico de condições neurológicas (Maurício, 2017; Moraes, 2021).

Além da anatomia, a ressonância magnética funcional (RMf) permite avaliar a atividade cerebral, identificando áreas que respondem a estímulos específicos. Esse aspecto funcional é crucial na compreensão de processos cognitivos e na investigação de distúrbios neurológicos (Nunes *et al.*, 2014)

Contudo, alguns desafios estão associados à RM, incluindo a necessidade de os pacientes permanecerem imóveis durante o exame devido ao tempo de aquisição prolongado. Estratégias para reduzir o tempo de exame, como o desenvolvimento de sequências mais rápidas, são áreas ativas de pesquisa (Maurício, 2017; Marques, 2021).

Assim, infere-se que a ressonância magnética representa uma ferramenta valiosa no campo da imagem, proporcionando uma visão não invasiva e sem radiação ionizante das estruturas internas do corpo. Seus fundamentos físicos complexos, aliados a inovações tecnológicas contínuas, posicionam a RM como uma ferramenta crucial para a prática clínica moderna, contribuindo substancialmente para o diagnóstico e monitoramento de uma ampla variedade de condições médicas.

1.4 Ultrassonografia

A ultrassonografia (US) é uma técnica de imagem médica que utiliza ondas sonoras de alta frequência para criar imagens em tempo real das estruturas internas do corpo humano. Sua aplicação é amplamente difundida nas práticas clínicas, proporcionando uma visualização dinâmica e detalhada dos órgãos, tecidos e fluídos. Este exame destaca-se por sua segurança, acessibilidade e capacidade de avaliar estruturas em tempo real, tornando-se uma ferramenta essencial em diversas especialidades médicas (Papaléo; Souza, 2019).

Os fundamentos da ultrassonografia residem nos princípios da acústica e na propagação de ondas sonoras através dos tecidos biológicos. Quando um transdutor emite pulsos de ondas sonoras de alta frequência em direção aos tecidos, essas ondas penetram nos órgãos e refletem de volta para o transdutor. A variação no tempo

que essas ondas levam para retornar permite a formação de imagens, sendo as estruturas mais densas visualizadas de forma diferente das menos densas (Papaléo; Souza, 2019).

A qualidade das imagens ultrassonográficas é influenciada por vários fatores, incluindo a frequência das ondas sonoras, a impedância acústica dos tecidos e a capacidade de propagação das ondas. Ajustes na frequência do transdutor podem ser feitos para otimizar a visualização de diferentes profundidades e tipos de tecido, proporcionando uma flexibilidade valiosa durante o exame (Papaléo; Souza, 2019).

No ambiente clínico, a ultrassonografia é empregada em uma variedade de contextos, desde a avaliação de gestações (Pereira *et al.*, 2014) até o diagnóstico de doenças abdominais (Bustelo; Fazecas, 2023) e musculoesqueléticas (Pereira, 2018). Em obstetrícia, por exemplo, a ultrassonografia obstétrica é essencial para o acompanhamento do desenvolvimento fetal, permitindo a detecção de anomalias estruturais e fornecendo informações necessárias para o manejo da gravidez (Costa *et al.*, 2020).

A ultrassonografia abdominal é amplamente utilizada na avaliação de órgãos como fígado, rins e vesícula biliar. Sua capacidade de distinguir entre tecidos sólidos e líquidos torna-a eficaz na identificação de lesões, cistos e tumores (Bustelo; Fazecas, 2023). Além disso, a ultrassonografia é frequentemente empregada na avaliação de órgãos musculoesqueléticos, permitindo a visualização de articulações, músculos e tendões, sendo valiosa em casos de lesões traumáticas ou doenças inflamatórias (Costa *et al.*, 2020).

A Dopplerfluxometria, uma extensão da ultrassonografia, possibilita a avaliação do fluxo sanguíneo nos vasos, sendo fundamental em cardiologia e angiologia. Ao detectar mudanças na frequência das ondas sonoras refletidas pelo movimento dos glóbulos vermelhos, a técnica fornece informações precisas sobre a circulação sanguínea, identificando obstruções, estenoses ou anomalias vasculares (Ribeiro, 2015).

Dessa forma, compreende-se que a ultrassonografia representa uma ferramenta essencial na prática médica contemporânea, oferecendo uma abordagem versátil e dinâmica para a visualização de estruturas internas do corpo. Seus fundamentos físicos, aliados aos constantes avanços tecnológicos, reforçam seu papel como um método diagnóstico confiável e acessível em uma variedade de especialidades médicas.

1.5 Radiologia Geral e Especializada

A radiologia é uma disciplina fundamental no campo da medicina diagnóstica, oferecendo uma visão abrangente do interior do corpo por meio do uso de radiações ionizantes. A radiologia geral e especializada desempenha um papel crucial na detecção precoce de doenças, orientação de procedimentos terapêuticos e monitoramento de tratamentos ao fornecer imagens detalhadas de estruturas anatômicas (Marchiori; Santos, 2009).

Os fundamentos da radiologia residem no princípio da interação das radiações ionizantes com os tecidos biológicos. Raios X, por exemplo, são produzidos por um tubo de raios X e direcionados para o corpo do paciente. Quando esses raios atravessam os tecidos, eles interagem de maneiras diferentes com as diversas estruturas anatômicas. Essas interações produzem uma imagem radiográfica que captura a absorção diferencial de radiação pelos tecidos, proporcionando uma representação visual das estruturas internas do corpo (Marchiori; Santos, 2009).

A radiologia geral abrange uma variedade de exames, incluindo radiografias convencionais, fluoroscopia e tomografia computadorizada. As radiografias convencionais, frequentemente conhecidas como raios X, são amplamente utilizadas para a visualização de ossos e órgãos internos (Marchiori; Santos, 2009). A fluoroscopia, por sua vez, permite a visualização em tempo real de estruturas em movimento, sendo valiosa em procedimentos como estudos gastrointestinais contrastados (Penha; Costa, 2014).

A radiologia especializada, por outro lado, envolve técnicas mais específicas e avançadas para a visualização de áreas específicas do corpo ou sistemas orgânicos. A mamografia, por exemplo, é uma forma especializada de radiologia usada na detecção precoce do câncer de mama. Essa técnica utiliza raios X de baixa dose para criar imagens detalhadas das mamas, permitindo a identificação de massas ou calcificações (Marchiori; Santos, 2009).

Outra modalidade especializada é a radiologia intervencionista, que combina técnicas de imagem com procedimentos minimamente invasivos. Angiografias, procedimentos de drenagem e biópsias guiadas por imagem são exemplos dessa abordagem, permitindo a realização de intervenções terapêuticas precisas sob orientação radiológica (Santi *et al.*, 2018).

A ultrassonografia, embora mencionada anteriormente, também é parte integrante da radiologia especializada, proporcionando imagens dinâmicas e em tempo real de órgãos internos, vasos sanguíneos e tecidos moles. Sua aplicação é vasta, abrangendo desde a avaliação obstétrica até a visualização de estruturas musculoesqueléticas (Papaléo; Souza, 2019; Costa *et al.*, 2020).

A relevância da radiologia na prática médica é notável, contribuindo significativamente para diagnósticos precoces, orientação terapêutica e monitoramento de doenças. No entanto, é crucial considerar os riscos associados à exposição à radiação ionizante, destacando a importância de práticas de radioproteção e o uso criterioso dessas técnicas, especialmente em procedimentos que envolvem gestantes e crianças (Huhn *et al.*, 2016). Dessa forma, a radiologia, tanto geral quanto especializada, desempenha um papel central no diagnóstico médico, proporcionando imagens detalhadas e informativas que são fundamentais para o cuidado e tratamento de pacientes.

1.6 Densitometria Óssea

A densitometria óssea é uma modalidade essencial no campo da medicina diagnóstica, especializada na avaliação da densidade mineral óssea (DMO). Esse procedimento fornece informações cruciais sobre a integridade e a resistência óssea, sendo fundamental para a avaliação do risco de fraturas e o diagnóstico de condições como a osteoporose (Afonso; Pinhal, 2015).

Osso é um tecido dinâmico, constantemente sujeito a processos de remodelação e renovação. A densidade mineral óssea é uma medida quantitativa da quantidade de minerais presentes em uma determinada área do osso, geralmente expressa em gramas por centímetro quadrado (g/cm^2). A DMO é influenciada pela quantidade de cálcio, fósforo e outros minerais presentes na matriz óssea, refletindo diretamente na sua resistência e capacidade de suportar cargas mecânicas (Pontes, 2019).

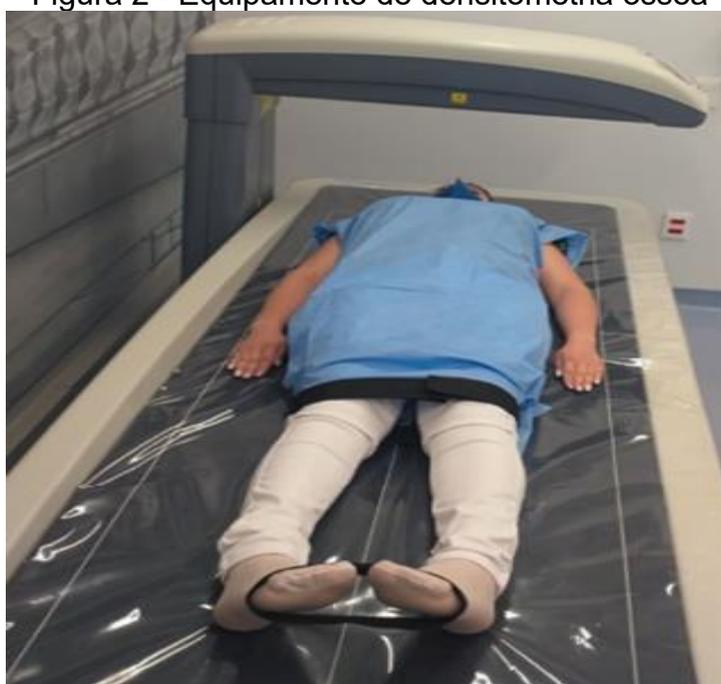
A técnica mais comum de densitometria óssea é a absorciometria de dupla energia (DEXA). Este método utiliza feixes de raios X de diferentes energias para avaliar a absorção óssea desses feixes pelos tecidos, permitindo a quantificação precisa da DMO. A DEXA é geralmente realizada nas regiões lombares da coluna vertebral, no fêmur proximal e, ocasionalmente, no antebraço (Chaves *et al.*, 2022).

No exame de densitometria óssea, as áreas selecionadas são digitalizadas e comparadas com um padrão de referência. A diferença na absorção de raios X entre os ossos e os tecidos circundantes gera imagens que são analisadas para determinar a densidade mineral óssea. Os resultados são expressos como escores T e Z, que comparam a densidade óssea do paciente com a média populacional e com pessoas da mesma idade e sexo, respectivamente (Pontes, 2019).

O escore T é uma medida estandardizada, indicando a quantidade de desvios-padrão acima ou abaixo da densidade óssea média para adultos jovens. Um escore T abaixo de -2,5 é geralmente diagnosticado como osteoporose, indicando uma diminuição significativa da DMO e um aumento no risco de fraturas. Já o escore Z compara a densidade mineral óssea do paciente com a média para pessoas da mesma idade e sexo, sendo útil especialmente em crianças e adolescentes (Freitas, 2017).

A densitometria óssea desempenha um papel importante na prevenção e gerenciamento de condições ósseas, principalmente a osteoporose. Este exame é frequentemente recomendado para mulheres na pós-menopausa, idosos e indivíduos com fatores de risco para doenças ósseas. Além disso, a densitometria óssea é uma ferramenta valiosa no acompanhamento de pacientes submetidos a tratamentos específicos, como terapias hormonais e farmacológicas para a osteoporose (Soares, 2023).

Figura 2 - Equipamento de densitometria óssea



Fonte: Chaves et al., 2022

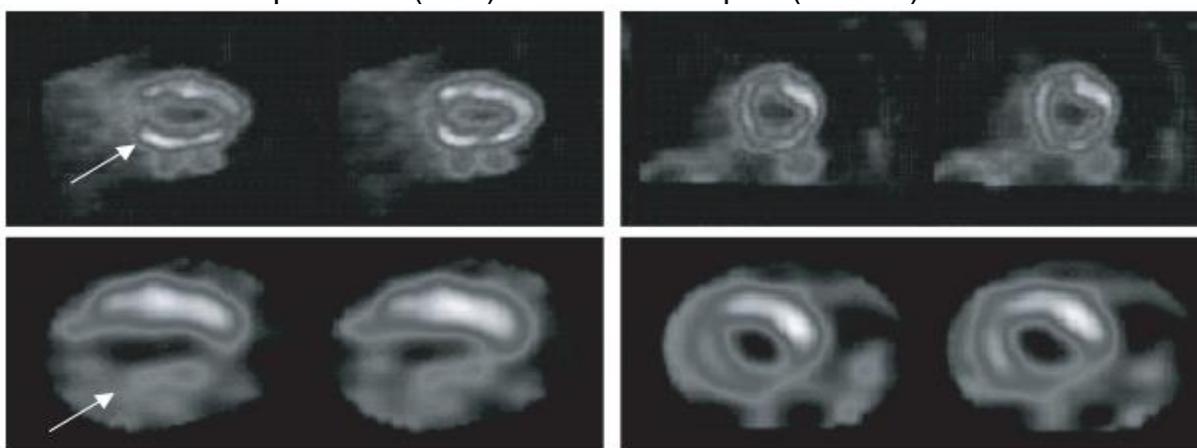
1.7 Medicina Nuclear

A medicina nuclear representa uma disciplina multidisciplinar que utiliza radionuclídeos e radiofármacos para diagnóstico, tratamento e pesquisa em diversas áreas da medicina. Essa abordagem inovadora permite obter informações funcionais e moleculares, indo além das técnicas convencionais de imagem anatômica. No âmbito da medicina nuclear, destacam-se as técnicas de cintilografia, tomografia por emissão de pósitrons (PET), e terapia com radioisótopos (Lobo Filho *et al.*, 2019).

A cintilografia, uma das modalidades mais estabelecidas da medicina nuclear, baseia-se na detecção da radiação gama emitida pelos radiofármacos. Esses compostos são marcados com isótopos radioativos, como o tecnécio-99m, e administrados ao paciente, sendo absorvidos por tecidos específicos ou órgãos. As câmeras gama captam os fótons gama emitidos, gerando imagens que refletem a distribuição do radiofármaco no corpo. A cintilografia é amplamente utilizada em estudos de tireoide, ossos, coração, rins, entre outros (Ferreira, 2015; Silva, 2018).

A tomografia por emissão de pósitrons é uma técnica avançada que proporciona imagens tridimensionais da distribuição de radiofármacos no corpo. Nesse método, os radioisótopos emissores de pósitrons, como o flúor-18, são combinados com moléculas biológicas específicas. Ao aniquilar com elétrons no corpo, os pósitrons emitem dois fótons gama opostos, permitindo a detecção precisa. O PET é amplamente aplicado em oncologia, neurologia e cardiologia, possibilitando avaliação metabólica e funcional de tecidos (Pinto Junior, 2015).

Figura 3 - Estudo de viabilidade do miocárdio com tomografias por emissão de pósitrons (PET) e de fótons simples (SPECT)a



Fonte: Robilotta, 2006

A terapia com radioisótopos é uma vertente terapêutica da medicina nuclear, utilizando a radiação ionizante para tratar doenças. Nesse contexto, destacam-se o iodo radioativo para tratamento de câncer de tireoide e o samário-153 para controle da dor em metástases ósseas. A terapia com radioisótopos é uma abordagem específica e eficaz em condições selecionadas, visando destruir ou inibir o crescimento de células-alvo (Silva, 2021).

Apesar dos benefícios, a medicina nuclear não está isenta de desafios. A manipulação segura de materiais radioativos, a curta meia-vida dos radioisótopos e os custos associados são considerações importantes. Contudo, os avanços contínuos na pesquisa e a crescente compreensão dos mecanismos moleculares oferecem oportunidades para superar esses desafios e expandir ainda mais o papel da medicina nuclear na prática clínica (Perini, 2020).

Assim, a medicina nuclear representa uma abordagem inovadora e essencial no campo da medicina contemporânea. Suas aplicações abrangem desde diagnósticos precisos até tratamentos específicos, proporcionando uma visão única das funções fisiológicas e moleculares do organismo.

1.8 Radioterapia

A radioterapia, embora não seja categorizada diretamente como um exame de imagem, representa uma etapa essencial na prática clínica voltada para o diagnóstico e tratamento de diversas condições médicas, notadamente em oncologia. Este segmento terapêutico utiliza radiações ionizantes para destruir ou inibir o crescimento de células tumorais, desempenhando um papel crucial na gestão de doenças neoplásicas (Lisboa, 2014).

Em um contexto mais amplo, a inclusão da radioterapia no escopo deste trabalho justifica-se pela sua íntima relação com o diagnóstico e acompanhamento de patologias identificadas por métodos de imagem. A integração dessas duas áreas é fundamental para proporcionar um tratamento abrangedor e personalizado aos pacientes.

Um dos aspectos fundamentais para compreender a relevância da radioterapia na interseção com exames de imagem é a sua capacidade de complementar informações diagnósticas obtidas por métodos como tomografia computadorizada e ressonância magnética. Os exames de imagem são cruciais para

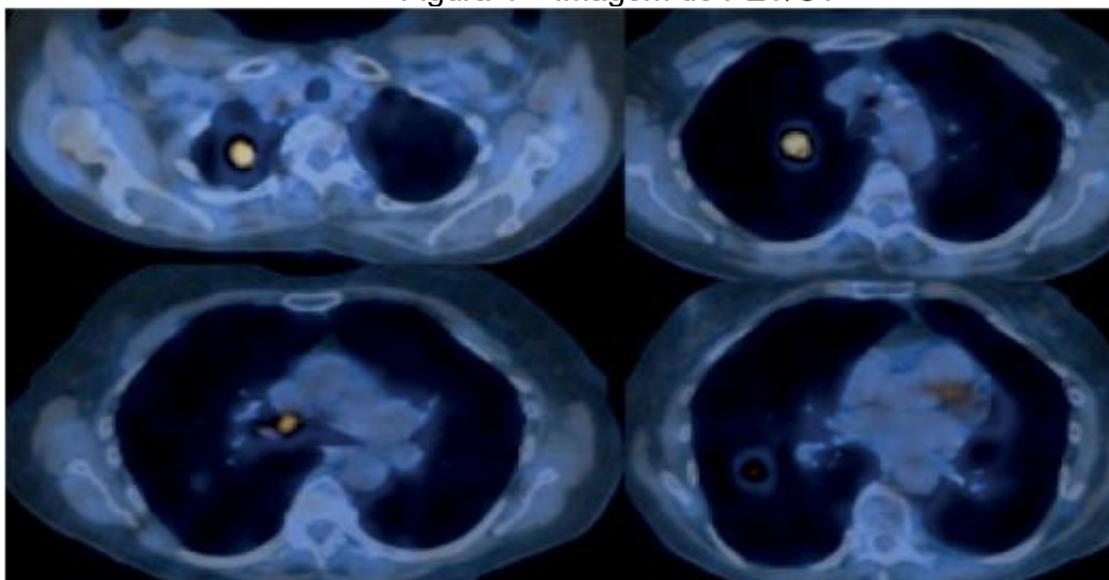
a localização precisa de lesões, determinação da extensão tumoral e planejamento terapêutico. Nesse contexto, a radioterapia desempenha um papel crítico ao permitir a entrega seletiva de radiação às áreas-alvo identificadas por esses exames (Rehfeldt; Trindade, 2017; Santana, 2019).

A etapa de planejamento é outra área de convergência entre radioterapia e exames de imagem. A combinação de imagens obtidas por TC, RM e, em alguns casos, PET, permite uma análise completa das características tumorais, facilitando a definição de volumes-alvo e órgãos de risco. Essa abordagem multidisciplinar otimiza a precisão do tratamento e minimiza os efeitos adversos nos tecidos saudáveis circundantes (Lisboa, 2014; Rehfeldt; Trindade, 2017; Santana, 2019).

A execução do tratamento de radioterapia é frequentemente guiada em tempo real por métodos de imagem, como radiografias ou fluoroscopia, garantindo que o feixe de radiação seja direcionado com precisão às áreas previamente identificadas. Esse controle em tempo real é particularmente relevante em situações em que a anatomia do paciente pode variar durante o curso do tratamento (Carvalho, 2022).

Além disso, a radioterapia também se beneficia de avanços em técnicas de imagem funcional, como Tomografia por emissão de pósitrons – Tomografia Computadorizada (PET/CT) (Figura 2), para avaliar a resposta ao tratamento e adaptar as estratégias terapêuticas conforme necessário. A análise da distribuição do radiofármaco no tecido após a administração permite uma avaliação dinâmica da resposta tumoral, contribuindo para a personalização do tratamento (Ferrão, 2015; Dias *et al.*, 2020).

Figura 4 – Imagem de PET/CT



Fonte: Hochegger *et al.* (2015)

Dessa forma, compreende-se que a radioterapia desempenha uma função essencial no cenário clínico ao integrar-se de maneira intrínseca aos métodos diagnósticos. A sua inclusão neste trabalho é justificada pela sua relevância na abordagem integral das condições médicas, oferecendo uma perspectiva mais completa e eficaz no tratamento de doenças identificadas por métodos diagnósticos de imagem.

1.9 Dosimetria

À exemplo da radioterapia, a dosimetria também representa uma área intrinsecamente ligada à prática clínica em diagnóstico por imagem e à própria radiologia. Este tópico descreve a medição e avaliação das doses de radiação absorvidas pelos tecidos biológicos, sendo essencial para garantir a segurança dos pacientes e a eficácia dos procedimentos envolvendo radiações ionizantes.

No contexto da radioterapia, a dosimetria assume uma importância crítica no planejamento e administração de tratamentos. O objetivo primário é assegurar que a dose de radiação prescrita seja entregue com precisão à área-alvo, minimizando ao máximo a exposição de tecidos saudáveis circundantes. Nesse sentido, a dosimetria serve como um meio para quantificar e controlar a quantidade de radiação recebida pelos pacientes, garantindo uma terapia segura e eficiente (Oliveira *et al.*, 2014; Fernandes, 2019; Santos; Souza, 2019).

Ao integrar a dosimetria em um estudo sobre exames de imagem, emerge a conexão direta entre as doses administradas durante procedimentos diagnósticos e terapêuticos. Nos exames de imagem diagnóstica, como tomografia computadorizada e radiografia, a dosimetria torna-se relevante para avaliar a quantidade de radiação a que os pacientes são expostos durante a obtenção de imagens. Isso é particularmente crucial em um cenário em que a preocupação com a exposição à radiação ionizante está cada vez mais presente (Fernandes, 2019).

A dosimetria em exames de imagem diagnóstica é fundamental para equilibrar a necessidade de informações clínicas detalhadas com a precaução de limitar a exposição à radiação. Por meio da quantificação precisa das doses absorvidas pelos tecidos, é possível otimizar protocolos de imagem, ajustando parâmetros como a potência do feixe de radiação e a duração do procedimento. Dessa forma, alcança-se

um equilíbrio entre a obtenção de imagens de qualidade e a redução da dose recebida pelos pacientes (Oliveira *et al.*, 2014; Fernandes, 2019).

Adicionalmente, na radioterapia, a dosimetria atua na garantia da conformidade do tratamento com o planejamento estabelecido. Métodos avançados, como a dosimetria 3D, permitem uma análise tridimensional das doses absorvidas pelos tecidos-alvo e adjacentes, contribuindo para a personalização e adaptação do tratamento conforme necessário (Capeleti, 2014).

Além disso, a dosimetria tem grande participação em pesquisas clínicas e no desenvolvimento de diretrizes regulatórias. A implementação de padrões de dosimetria assegura a consistência e a qualidade nos resultados obtidos em diversos contextos clínicos, promovendo uma abordagem mais uniforme e segura no uso da radiação ionizante (Silva, 2017).

Assim sendo, a dosimetria é um componente fundamental na prática clínica, tanto em diagnóstico por imagem quanto em radioterapia. Sua inclusão neste estudo se justifica pela sua relevância na garantia da segurança dos pacientes, na otimização de procedimentos e na integração de tecnologias avançadas para uma prática clínica mais eficiente e personalizada.

2 CONTRASTES RADIOLÓGICOS

2.1 Introdução aos Contrastes Radiológicos

Os contrastes radiológicos são substâncias utilizadas em exames de imagem para realçar detalhes anatômicos e funcionais que não se demonstrariam perceptíveis de outra forma. Eles desempenham um papel fundamental na detecção e diagnóstico de uma variedade de condições médicas. Por meio da administração de contrastes, os radiologistas podem aprimorar a precisão dos exames, fornecendo uma visão mais nítida e detalhada das estruturas internas do corpo.

Existem diferentes tipos de contrastes radiológicos, cada um com propriedades específicas adequadas para diferentes modalidades de imagem e condições clínicas. Os contrastes iodados são frequentemente usados em exames de tomografia computadorizada e angiografia, destacando vasos sanguíneos e estruturas abdominais. Contrastes à base de gadolínio são comuns em ressonância magnética, realçando órgãos como cérebro, fígado e articulações (Dutra; Bauab Junior, 2020).

Outros tipos incluem o contraste oral, utilizado para avaliação do trato gastrointestinal, e o contraste de dióxido de carbono, uma alternativa mais segura para pacientes com alergias ou disfunção renal. A escolha do contraste adequado depende da técnica de imagem, do órgão ou estrutura a ser examinado e das condições médicas do paciente. Portanto, compreender as características e aplicações de cada tipo é fundamental para garantir resultados precisos e seguros (Oliveira; Hayashi, 2023).

Assim, os contrastes radiológicos desempenham um papel essencial na medicina diagnóstica, permitindo uma visualização mais detalhada e precisa das estruturas internas do corpo. Com uma variedade de tipos disponíveis, os radiologistas podem selecionar o contraste mais adequado para cada situação clínica, melhorando assim a qualidade e a utilidade dos exames de imagem.

2.2 Mecanismo de Ação e Administração

Os contrastes radiológicos funcionam interferindo na absorção de radiação pelos tecidos, realçando estruturas específicas durante exames de imagem. São compostos por elementos radiopacos, como iodo ou gadolínio, que se destacam em meio aos tecidos circundantes. A administração pode variar de acordo com o tipo de exame e as necessidades do paciente, podendo ser oral, intravenosa, retal ou intra-articular. Essa multiplicidade de vias de administração permite uma abordagem adaptável às exigências do procedimento e à condição clínica do paciente (Oliveira; Hayashi, 2023).

O preparo do paciente é importante para garantir a segurança e eficácia dos exames. Envolve uma avaliação detalhada do histórico médico, incluindo alergias e condições pré-existentes. Em exames abdominais, é necessária a adoção de medidas como jejum para garantir resultados precisos. Além disso, a hidratação adequada é recomendada para minimizar os riscos associados à administração de contraste. Essas precauções ajudam a assegurar a saúde e o bem-estar do paciente durante o procedimento (Oliveira; Hayashi, 2023).

A administração oral de contraste é comum em exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética do trato gastrointestinal. Geralmente, é necessário que o paciente beba a substância antes do exame para destacar as estruturas intestinais. Para vias intravenosas, o contraste é injetado diretamente na

corrente sanguínea, permitindo uma distribuição rápida e uniforme pelo corpo. Essa abordagem é frequentemente utilizada em exames angiográficos e de TC (Dutra; Bauab Junior, 2020).

Por fim, em casos específicos, como exames intra-articulares, o contraste é administrado diretamente na articulação afetada. Essa via de administração proporciona um contraste direto e focalizado, essencial para avaliações precisas de lesões articulares. Em todos os casos, a escolha adequada da via de administração e o preparo meticuloso do paciente são fundamentais para garantir a segurança e a eficácia dos exames de imagem com contraste (Dutra; Bauab Junior, 2020; Oliveira; Hayashi, 2023).

2.3 Indicações e Contraindicações

A utilização de contrastes radiológicos é determinada pela necessidade de realçar detalhes anatômicos em exames de imagem. Eles são frequentemente empregados em situações em que a visualização precisa das estruturas internas é essencial, como em angiografias, exames de TC ou RM. Em condições como tumores, inflamações ou anormalidades vasculares, os contrastes podem revelar informações essenciais para diagnósticos precisos e tratamentos adequados.

Restrições e cuidados especiais são aplicados devido aos riscos potenciais associados à administração de contrastes. Pacientes com alergias conhecidas aos componentes do contraste devem ser identificados e medidas preventivas tomadas. Além disso, indivíduos com disfunção renal requerem precauções adicionais devido ao risco de nefrotoxicidade. A hidratação adequada antes e após o exame é recomendada para minimizar esses riscos (Dutra; Bauab Junior, 2020).

Grupos específicos, como gestantes e lactantes, podem exigir avaliação de risco-benefício antes da administração de contraste, devido à possibilidade de efeitos adversos ao feto ou ao lactente. Em alguns casos, o uso de contrastes pode ser evitado ou adiado, optando-se por técnicas de imagem alternativas ou modificando-se o protocolo de administração. Essas restrições e cuidados são essenciais para garantir a segurança e o bem-estar dos pacientes durante os procedimentos de imagem com contraste (Juchem; Agnol; Magalhães, 2004; Dutra; Bauab Junior, 2020).

2.4 Efeitos Adversos e Considerações Éticas

É fundamental compreender e diferenciar conceitos como efeito colateral, reação adversa, reação adversa inesperada, sinais e sintomas. Esses termos são frequentemente utilizados para descrever as respostas do organismo a medicamentos ou tratamentos, e sua correta interpretação é essencial para o diagnóstico, monitoramento e manejo adequado dos pacientes.

O efeito colateral se apresenta como uma resposta farmacológica previsível, porém não desejada, que ocorre em doses terapêuticas habituais de um medicamento. Esses efeitos são inerentes à ação farmacológica do medicamento e podem ser leves ou toleráveis. Já uma reação adversa é qualquer resposta prejudicial e indesejada a um medicamento, que ocorre em doses normalmente utilizadas para profilaxia, diagnóstico ou tratamento. Ao contrário dos efeitos colaterais, as reações adversas são nocivas e indesejáveis, podendo variar de leves a graves (OMS, 2005).

A reação adversa inesperada é aquela cuja natureza, gravidade ou desfecho não é consistente com as informações contidas na bula ou no conhecimento prévio sobre o medicamento. Essas reações são imprevisíveis e podem representar um novo efeito adverso ainda não descrito. A identificação e notificação de reações adversas inesperadas são fundamentais para a farmacovigilância e para a atualização do perfil de segurança dos medicamentos (OMS, 2005).

Sinais são manifestações objetivas de uma doença ou condição, que podem ser detectadas por um profissional de saúde durante o exame físico ou através de exames complementares. Exemplos de sinais incluem febre, eritema, edema ou alterações em exames laboratoriais. Os sinais são indicadores valiosos para o diagnóstico e monitoramento da evolução de uma doença ou da resposta a um tratamento (Limoeiro *et al.*, 2019).

Sintomas são manifestações subjetivas de uma doença ou condição, relatadas pelo próprio paciente. Eles representam as sensações ou queixas experimentadas pelo indivíduo, como dor, fadiga, náusea ou tontura. Os sintomas são importantes para a avaliação clínica, pois fornecem informações sobre o impacto da doença na qualidade de vida do paciente e auxiliam no diagnóstico e na escolha do tratamento adequado (Limoeiro *et al.*, 2019).

Diante da necessidade de compreender e diferenciar conceitos como efeito colateral, reação adversa, reação adversa inesperada, sinais e sintomas para um

diagnóstico e manejo clínico adequados, torna-se essencial aplicar esse conhecimento ao contexto dos contrastes radiológicos. Como visto, os contrastes radiológicos desempenham um papel vital na medicina diagnóstica, mas não estão isentos de riscos. Reações adversas, como anafilaxia e lesões renais, podem surgir, demandando atenção e monitoramento rigorosos. Esses eventos levantam questões éticas sobre a relação benefício-risco para os pacientes e a responsabilidade dos profissionais de saúde na prevenção e manejo de complicações (Dutra; Bauab Junior, 2020; Oliveira; Hayashi, 2023).

A comunicação eficaz sobre os potenciais efeitos adversos dos contrastes radiológicos é essencial, permitindo que os pacientes participem ativamente de decisões informadas. Além disso, a implementação de protocolos de triagem prévia e o uso criterioso desses agentes podem reduzir os riscos. Aspectos legais, como o consentimento informado, tornam-se fundamentais para proteger os pacientes e os profissionais de possíveis litígios (Dutra; Bauab Junior, 2020; Oliveira; Hayashi, 2023).

Além das reações adversas imediatas, complicações tardias, como fibrose nefrogênica sistêmica (FNS), podem surgir após a administração de contrastes radiológicos em pacientes com disfunção renal. A identificação precoce dessas complicações é importante para intervenções oportunas. No entanto, surgem dilemas éticos em relação à compensação e responsabilidade em casos de complicações tardias, especialmente quando a causalidade não é claramente estabelecida. Isso destaca a importância da vigilância contínua e da pesquisa para entender melhor os riscos associados ao uso desses agentes contrastantes (Dutra; Bauab Junior, 2020; Oliveira; Hayashi, 2023).

O debate ético também se estende à equidade no acesso aos exames radiológicos contrastados, garantindo que todos os pacientes tenham a mesma oportunidade de receber cuidados de qualidade. A transparência na divulgação de informações sobre riscos e benefícios contribui para a confiança mútua entre pacientes e profissionais de saúde, fortalecendo os alicerces éticos da prática médica. Em última análise, abordagens éticas e legais sólidas são fundamentais para garantir a segurança e a integridade dos pacientes no uso de contrastes radiológicos (Dutra; Bauab Junior, 2020; Oliveira; Hayashi, 2023).

Assim sendo, os contrastes radiológicos, embora sejam essenciais na medicina diagnóstica para proporcionar uma visualização detalhada das estruturas internas do corpo, não estão isentos de riscos. Reações adversas e complicações tardias, como

fibrose nefrogênica sistêmica, demandam atenção e cuidados éticos. A comunicação transparente sobre os potenciais efeitos adversos, a implementação de protocolos de segurança e a busca contínua por equidade no acesso aos exames são fundamentais para garantir a integridade e segurança dos pacientes.

3 CONTRIBUIÇÕES DO BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA PARA O DIAGNÓSTICO CLÍNICO

A área da saúde passou por significativas transformações nas últimas décadas, impulsionadas pelo avanço tecnológico no campo da imagenologia. Nesse contexto, o papel do biomédico imagenologista se destaca como fundamental para a elucidação de diferentes hipóteses diagnósticas, abarcando dentre elas o diagnóstico clínico e laboratorial.

A atuação desses profissionais vai além da simples obtenção de imagens, abrangendo a coordenação de atividades e a contribuição para o desenvolvimento contínuo da medicina diagnóstica. Este tópico explorará as contribuições específicas do biomédico imagenologista para o diagnóstico clínico.

3.1 Trajetória da Imagenologia e o Biomédico

A trajetória histórica da imagenologia e sua relação intrínseca com o papel do biomédico constituem um capítulo essencial na compreensão do desenvolvimento dessa especialidade diagnóstica. Desde a descoberta dos raios X por Wilhelm Conrad Rontgen em 1895, a Imagenologia tem sido um campo em constante evolução, moldado por avanços tecnológicos e contribuições significativas para a prática médica contemporânea (Raimundo; Cunha, 2020).

Ao revisitar os primórdios da imagenologia, percebe-se que a descoberta dos raios X assinalou um marco revolucionário na capacidade de visualizar o interior do corpo humano sem intervenção cirúrgica. Wilhelm Conrad Roentgen, reitor da Universidade Wurzburg, na Alemanha, fez descobertas acidentais ao conduzir experimentos em seu laboratório doméstico. Enquanto investigava o tubo de raios catódicos inventado por William Crookes, notou que ao ligar o tubo, uma placa fluorescente brilhava. Mesmo com barreiras como livro e alumínio, a luminosidade persistia. Após seis semanas de pesquisa, Roentgen conseguiu capturar a primeira

radiografia ao atravessar a mão de sua esposa com os raios-X (Figura 3), revelando as sombras dos ossos. Fascinado, nomeou os raios de "X," marcando o início da revolução científica dos raios-X (Souza, 2022).

Figura 5 – Primeira radiografia realizada



Wilhelm Röntgen, o criador do raios X, e a primeira imagem radiográfica da história, resultado da experiência do cientista com a mão de sua mulher, Bertha.

Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial (2009)

Assim, Rontgen foi pioneiro ao perceber a capacidade desses raios de atravessar tecidos moles, revelando estruturas ósseas e, inadvertidamente, inaugurando a era da radiologia médica. A disseminação global dessa inovação e seu subsequente impacto na medicina trouxeram à tona a necessidade de profissionais capacitados para operar e interpretar essas novas tecnologias (Raimundo; Cunha, 2020).

No contexto específico da atuação do biomédico, sua inserção na área de Imagenologia não ocorreu de maneira imediata. Foi apenas ao longo do século XX que a profissão biomédica começou a incorporar as práticas da imagenologia como parte integrante de seu escopo de atuação. No Brasil, o processo de regulamentação da profissão biomédica, culminando na Lei 7135/83, foi indispensável para estabelecer as bases legais para a atuação do biomédico, incluindo a área de Imagenologia (Costa *et al.*, 2020).

A pesquisa de Raimundo e Cunha (2020) aprofunda essa perspectiva ao explorar a formação acadêmica e as expectativas dos acadêmicos de Biomedicina em relação à área de imagenologia. A análise revela que, mesmo com a crescente conscientização sobre a importância dessa especialidade, há desafios percebidos na formação acadêmica. A capacitação eficaz do biomédico na área de imagenologia

requer uma abordagem educacional sólida, integrando teoria e prática para preparar profissionais capazes de lidar com os desafios tecnológicos contemporâneos.

O estudo também ressalta que, ao longo da história recente, a imagenologia passou por uma série de transformações, incorporando modalidades avançadas, como tomografia computadorizada, ressonância magnética e medicina nuclear. Essas tecnologias representam não apenas avanços técnicos, mas também desafios adicionais para o biomédico imagenologista, demandando constante atualização e aprimoramento de suas habilidades (Raimundo; Cunha, 2020).

3.2 Regulamentação e Formação Acadêmica

A regulamentação da profissão biomédica e a formação acadêmica constituem pilares fundamentais para a atuação do biomédico imagenologista, delineando tanto a estrutura legal quanto os alicerces educacionais necessários para uma prática clínica eficaz e segura.

A pesquisa conduzida por Oliveira (2022) destaca a importância da regulamentação, destacando a batalha histórica pela definição das atribuições e competências do biomédico. O marco na regulamentação ocorreu com a promulgação da Lei 7135/83, que permitiu a atuação do biomédico em análises clínicas e consolidou sua presença no mercado, inclusive na área de imagenologia.

O Conselho Regional de Biomedicina da 2ª Região (CRBM-2), citado por Oliveira (2022), destaca que a habilitação em imagenologia, embora represente uma porcentagem menor dos registros, é significativa, evidenciando a importância crescente dessa especialidade. A pesquisa aponta para a necessidade de cursos de pós-graduação e estágios curriculares específicos para a formação desses profissionais, indicando uma demanda reprimida por especialistas em imagenologia.

No contexto da formação acadêmica, *Ciro et al.* (2021) identificam uma lacuna preocupante em alguns cursos de biomedicina. A carga horária reduzida destinada às disciplinas da área radiológica, aliada à ausência de estágios específicos em imagenologia, levanta questionamentos sobre a preparação desses profissionais para atuar de forma eficaz e segura nesse segmento.

A pesquisa destaca que a formação do biomédico imagenologista deve ir além da teoria, incluindo uma base prática sólida, enfatizando a importância de estágios supervisionados na área da imagenologia/radiologia. A participação em estágios é

considerada fundamental para consolidar o conhecimento teórico e desenvolver as habilidades práticas necessárias para operar equipamentos e realizar exames com precisão (Ciro *et al.*, 2021).

Ressalta-se, no entanto, que acadêmicos de biomedicina reconhecem a falta de preparação durante a graduação, conforme evidenciado por Raimundo e Cunha (2020). A pesquisa realizada por esses autores indicou que, apesar das deficiências nas disciplinas e da falta de vivência prática, os acadêmicos veem a Imagenologia como uma área promissora. A maioria expressou o desejo de investir em especializações na área, percebendo um potencial retorno financeiro.

A formação acadêmica desses profissionais, portanto, é marcada por uma dualidade. Por um lado, há a identificação de lacunas e deficiências no currículo tradicional de biomedicina, especificamente na preparação para atuar na imagenologia. Por outro lado, existe o reconhecimento por parte dos estudantes do potencial e da importância crescente dessa área na prática profissional.

Essas expectativas profissionais são corroboradas pela pesquisa conduzida por Freitas Junior e Brito (2020). Os gestores e empresários entrevistados demonstraram receptividade à contratação de profissionais biomédicos imagenologistas, indicando um espaço significativo no mercado de trabalho para esses especialistas.

No âmbito acadêmico, observa-se um interesse crescente de estudantes de biomedicina em atuar na área de imagenologia. A pesquisa aponta que a oferta de cursos de pós-graduação e a promoção de estágios curriculares específicos são fatores determinantes para a formação desses profissionais e sua posterior inserção no mercado de trabalho (Freitas Junior; Brito, 2020).

Diante dessas considerações, a preparação acadêmica dos biomédicos imagenologistas parece ser um campo em constante evolução, marcado por desafios a serem superados e perspectivas promissoras. A identificação de deficiências na formação acadêmica é acompanhada pelo reconhecimento do potencial e das oportunidades oferecidas pela Imagenologia, sinalizando a importância de iniciativas que busquem aprimorar a preparação desses profissionais para os desafios do mercado.

3.3 Atuação Específica do Biomédico Imagenologista

O biomédico é um profissional que tem ganhado cada vez mais destaque nos últimos anos, devido à sua ampla atuação em diversos campos, como análises clínicas, pesquisa científica, estética e imagenologia. O biomédico imagenologista é responsável pela realização de diversos exames de diagnóstico por imagem, utilizando equipamentos de alta tecnologia para obter informações sobre a estrutura e o funcionamento do corpo humano. Esses profissionais, devidamente habilitados, são capacitados para operar aparelhos como tomógrafos, ressonância magnética e densitômetros ósseos, seguindo protocolos específicos para cada tipo de exame.

Segundo a Resolução do CFBM N° 234, de 05 de dezembro de 2013, o biomédico pode realizar exames de tomografia computadorizada, ressonância magnética, radiologia geral e especializada, densitometria óssea, medicina nuclear, radioterapia e dosimetria. Pode operar equipamentos de ultrassonografia sob supervisão médica. A resolução estabelece as atribuições do biomédico em cada modalidade, como definir protocolos, administrar contrastes, realizar entrevistas e avaliações prévias, pós-processar imagens, documentar exames, atuar em pesquisa e exercer funções administrativas. O biomédico também pode atuar em empresas vendedoras de equipamentos e insumos de imagem (CFBM, 2013).

É fundamental esclarecer que, apesar de o biomédico ser responsável pela realização dos exames de imagem, a interpretação dos resultados e a emissão de laudos são atribuições exclusivas do médico radiologista. O biomédico não possui a formação necessária para analisar as imagens e fornecer um diagnóstico, sendo seu papel limitado à obtenção de imagens de alta qualidade, seguindo os protocolos estabelecidos (CRBM-1, 2018).

O médico radiologista, por sua vez, possui conhecimentos aprofundados em anatomia, fisiologia e patologia, o que lhe permite interpretar as imagens obtidas nos exames e emitir um laudo detalhado, descrevendo os achados e fornecendo uma conclusão diagnóstica. Esse laudo é então encaminhado ao médico solicitante, que utilizará as informações para definir o tratamento adequado para o paciente.

Dessa forma, o papel do biomédico imagenologista é fundamental na obtenção de imagens de alta qualidade por meio de diversos equipamentos de diagnóstico por imagem, seguindo protocolos específicos. Embora desempenhe um papel importante nesse processo, é importante destacar que a interpretação dos

resultados e a emissão de laudos são exclusivas do médico radiologista, que possui conhecimentos especializados para fornecer diagnósticos precisos e orientar os tratamentos adequados aos pacientes. Essa colaboração entre profissionais garante uma abordagem completa e eficaz na medicina diagnóstica.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Adriano dos Anjos; PINHAL, Paulo. Densitometria óssea e sua relação diagnóstica com a osteopenia e a osteoporose. In.: **IX Mostra de Trabalhos Acadêmicos da III Jornada de Iniciação Científica UNILUS**. 2015. Disponível em: <http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/view/610/u2016v13n30e610>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BUSTELO, Dolores; FAZECAS, Tatiana. A importância da ultrassonografia com Doppler na doença inflamatória intestinal em pediatria. **Radiologia Brasileira**, v. 56, p. 09-10, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/BGZ7MBmW4h6BZ5x9SYKxW6s/?lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2024.

CAPELETI, Felipe Favaro. **Dosimetria em tomografia computadorizada e avaliação do perfil de dose empregando dosímetro Fricke gel e a técnica de imageamento por ressonância magnética**. 2014. Disponível em: http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Felipe%20Favaro%20Capeleti_M.pdf. Acesso em: 05 jun. 2024.

CARVALHO, Aline Cristina de. **IGRT Radioterapia Guiada por Imagem: A Relevância da tecnologia para os Tratamentos Radioterápicos**. 2022. Disponível em: <https://ninho.inca.gov.br/jspui/handle/123456789/11005>. Acesso em: 17 fev. 2024.

CESCA, Amanda dos Santos; MIORANZA, Deisy Marlene; ANRAIN, Barbara. Aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na odontologia: revisão de literatura. **Revista Uningá**, v. 59, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/view/3763>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CFBM – Conselho Federal de Biomedicina. **Resolução N° 234, de 05 de dezembro de 2013**. 2013. Disponível em: <https://cfbm.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Res-2013-234.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2024.

CHAVES, Lucas Gabriel Cruz de Menezes; GONÇALVES, Thiago José Martins; BITENCOURT, Almir Galvão Vieira; RSTOM, Ricardo Arroyo; PEREIRA, Talita Rombaldi; VELLUDO, Silvio Fontana. Avaliação da composição corporal pela densitometria de corpo inteiro: o que os radiologistas precisam saber. **Radiologia Brasileira**, v. 55, n. 5, p. 305-11, 2022. Disponível em: https://webcir.org/revistavirtual/articulos/2022/12_diciembre/br/1_br.pdf. Acesso em: 13 fev. 2024.

CIRO, Eduardo Rodrigues; SILVA FILHO, Wilson Seraine da; PELEGRINELI, Samuel Queiroz. O Biomédico pode exercer as funções de um profissional das técnicas radiológicas? Uma reflexão à luz dos currículos. **Brazilian Journal Of Development**, v. 7, n. 6, p. 62670-62680, jun. 2021. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/asgamyzwonatzmro2wixsvixky/access/wayback/https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/31858/pdf>. Acesso em: 29 ago. 2024.

COSTA, Antonio Gadelha; GADELHA, Patricia Spara; CAVALCANTI, Marina Mendes. Critérios para a realização da ultrassonografia no primeiro trimestre da gestação baseados nos guidelines ISUOG. **Revista Brasileira de Ultrassonografia**, v. 28, n. 29, p. 49-56, 2020. Disponível em: <https://revista.sbus.org.br/wp-content/uploads/rbus-setembro-de-2020-v28-29ed-PT-EN-v4.pdf#page=49>. Acesso em: 08 ago. 2024.

CRBM-1. **Atuação profissional, dúvidas**. 2018. Disponível em: <https://crbm1.gov.br/duvidas/o-profissional-biomedico-pode-fazer-laudos-de-exames-deimagenologia/#:~:text=O%20profissional%20Biom%C3%A9dico%20legalmente%20habilitado,e%20privativos%20dos%20m%C3%A9dicos%20radiologistas>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CRBM-3. **Habilitação na área de imagem ganha relevância**. 2022. Disponível em: <https://www.crbm3.gov.br/inicio-separador/noticias-crbm/noticias-cat/931-habilitacao-na-area-de-imagem-ganha-relevancia>. Acesso em: 03 mai. 2024.

DIAS, Edigar Henrique Vaz; CARVALHO, Eduardo Batista de; PEREIRA, Diogo de Sousa. Princípios básicos e aplicações oncológicas da PET-CT/18F-FDG. **Revista de Medicina**, v. 99, n. 2, p. 156-163, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/165019>. Acesso em: 18 abr. 2024.

DUTRA, Bruna Garbugio; BAUAB JUNIOR, Tufik. **Meios de contraste: conceitos e diretrizes**. São Paulo: Difusão Editora, 2020. Disponível em: <https://manual.spr.org.br/meios-de-contraste/meios-de-contraste-completo.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

FERNANDES, Samantha Cristina Pereira. **Dosimetria e cuidados de radioproteção para pacientes submetidos a procedimentos diagnósticos em medicina nuclear**. 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5155/tde-15092021-141424/en.php>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FERRÃO, Ana Rita Camarate. **Resposta à radioterapia em lesões metastáticas ósseas**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/6965>. Acesso em: 19 jul. 2024.

FERREIRA, Paulo. **A Física da Ressonância Magnética**. São Paulo: Clube de Autores, 2021.

FERREIRA, Suzane Garcia. **Papel da cintilografia com DPD-99mTc na discriminação da amiloidose cardíaca**. 2015. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/30538>. Acesso em: 24 set. 2024.

FREITAS JUNIOR, Manoel Raimundo de. BRITO, Juliana Stoffel. Inserção do biomédico com habilitação em imagenologia no diagnóstico por imagem em Imperatriz – MA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, n. 12, p. 41-61, 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/habilitacao-em-imagenologia>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FREITAS, Radamés Leal. **Avaliação da qualidade técnica no exame de densitometria óssea**. 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/7475>. Acesso em: 15 mai. 2024.

GONCALVES, Aldavid Nogueira; BANDEIRA, Alysson Henrique Silvano; CALDAS, Ester Silva Almeida; SILVA, Mariely Aparecida Gazolla da; FREITAS, Ranieri Santos; FERNANDES, Rodrigo Fialho; MAIA, Luiz Faustino dos Santos. Os radiofármacos mais utilizados no Brasil. **Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde**, p. 1-8, 2018. Disponível em: <http://www.revistaremeccs.com.br/index.php/remecs/article/view/80>. Acesso em: 13 abr. 2024.

HOCHHEGGER, Bruno; ALVES, Giordano Rafael Tronco; IRION, Klaus Loureiro; FRITSCHER, Carlos Cezar; FRITSCHER, Leandro Genehr; CONCATTO, Natália Henz *et al.* PET/CT imaging in lung cancer: indications and findings. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 41, n. 3, p. 264-274, jun. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/5f5r3PFKDvD4wwLcZMw48fB/?lang=pt#>. Acesso em: 10 jul. 2024.

HUHN, Andréa; VARGAS, Mara Ambrosina de Oliveira; LANÇA, Luís; FERREIRA, Micheli Leal; MELO, Juliana Almeida Coelho; SCHNEIDER, Dulcinéia Ghizoni. Proteção radiológica: da legislação à prática de um serviço. **Enfermagem em Foco**, v. 7, n. 2, p. 27-31, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/6658>. Acesso em: 11 set. 2024.

Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial. Nossa capa: Wilhelm Röntgen e a criação dos raios X. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, v. 45, n. 1, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpml/a/nx9PgT734TySs5j9Rh wzQTn/#>. Acesso em: 10 jul. 2024.

JUCHEM, Beatriz Cavalcanti; AGNOL, Clarice Maria; MAGALHÃES, Ana Maria Müller. Contraste iodado em tomografia computadorizada: prevenção de reações adversas. **Rev. Bras. Enferm**, v. 57, n. 1, p. 57-61, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/9yRv5VjQf9LFBHLPvQPsjjK/?format=pdf>. Acesso em: 20 abr. 2024.

KOCH, Hilton Augusto. **Radiologia e diagnóstico por imagem na formação do médico geral**. São Paulo: Thieme Revinter, 2022.

LIMOEIRO, Fernanda Muniz Haddad *et al.* Comparação da ocorrência de sinais e sintomas de alteração vocal e de desconforto no trato vocal em professores de diferentes níveis de ensino. **CoDAS**, v. 31, n. 2, p. e20180115, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/Gr6L3tTNp7SY5QM4Lk4fZHH/?lang=pt>. Acesso em: 19 jun. 2024.

LISBOA, Liliane Neves. **Tratamento de radioterapia em pacientes oncológicos**. 2014. Disponível em: https://unisaes.br/wp-content/uploads/2021/10/TCC-2015_1-Liliane.pdf. Acesso em: 21 jun. 2024.

LOBO FILHO, Adriano Marcelino; PAES, Julia Moraes; FIORO, Vitor Valente; RESGALA, Ludmila Carvalho Rangel. Uso de radioisótopos para diagnóstico. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 5, n. 4, 2019. Disponível em: <http://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/view/517>. Acesso em: 18 mai. 2024.

MARCHIORI, Edson; SANTOS, Maria Lucia de. Introdução à **radiologia**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2009.

MARQUES, João Rafael Bexiga. **Validação da técnica MR-Only como imagem de referência na verificação do posicionamento em radioterapia**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/13202>. Acesso em: 06 ago. 2024.

MAURÍCIO, Susana Félix Oliveira. **Gestão da lista de espera dos exames de Ressonância Magnética no Hospital de Braga**. 2017. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49464>. Acesso em: 14 jul. 2024.

MORAES, Claudio Rodrigues Lima. **Procedimentos anestésicos na casuística de exames de ressonância magnética em Recife-PE**, Brasil. 2021. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/16671>. Acesso em: 03 ago. 2024.

NUNES, Patrícia R.; TECELÃO, Sandra R.; NUNES, Rita G. Ressonância magnética funcional: mapeamento do córtex motor através do efeito BOLD. **Saúde & Tecnologia**, n. 2, p. 11-18, 2014. Disponível em: <https://journals.ipl.pt/stecnologia/article/view/673>. Acesso em: 16 mai. 2024.

OLIVEIRA, Bruno Beraldo; OLIVEIRA, Marcio Alves de; PAIXÃO, Lucas; TEIXEIRA, Maria Helena Araújo; NOGUEIRA, Maria do Socorro. Dosimetria e avaliação da qualidade da imagem em um sistema de radiografia direta. **Radiologia Brasileira**, v. 47, p. 361-367, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/pGQ8x7KV4zQ5s54VKrjxZgy/>. Acesso em: 02 ago. 2024.

OLIVEIRA, Cássio Miri; HAYASHI, Mirian. **Agentes de contraste em radiologia médica**. São Paulo: Setor de Publicações – Centro Universitário São Camilo, 2023. Disponível em: https://saocamilosp.br/_app/views/publicacoes/outraspublicacoes/Ebook_agentes_contraste.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.

OLIVEIRA, Wilton Guilherme Genonádio da Silva. **Avaliação do perfil demográfico e de habilitações dos biomédicos do estado da Bahia**. 2022. Disponível em: <http://repositorio.bahiana.edu.br/jspui/handle/bahiana/6436>. Acesso em: 05 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **A importância da farmacovigilância: monitorização da segurança dos medicamentos**. Brasília, 2005. 48 p. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/importancia.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024.

PAPALÉO, Ricardo Meurer; SOUZA, Daniel Silva de. Ultrassonografia: princípios físicos e controle da qualidade. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 13, n. 1, p. 14-23, 2019. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/502/v13n1p14>. Acesso em: 08 jun. 2024.

PENHA, Diana; COSTA, Ana. Fluoroscopia gastrointestinal: uma análise retrospectiva de 2004 a 2010 no Serviço de Imagiologia do Hospital Fernando Fonseca. **Revista Clínica do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca**, v. 2, n. 1, p. 11-17, 2014. Disponível em: <https://revistaclinica.hff.min-saude.pt/index.php/rhff/article/viewFile/66/42>. Acesso em: 12 set. 2024.

PEREIRA, Ana Paula Esteves; LEAL, Maria do Carmo; GAMA, Silvana Granado Nogueira da; DOMINGUES, Rosa Maria Soares Madeira; SCHILITZ, Arthur Orlando Corrêa; BASTOS, Maria Helena. Determinação da idade gestacional com base em informações do estudo Nascer no Brasil. **Cadernos de saúde pública**, v. 30, p. 59-70, 2014. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/csp/2014.v30suppl1/S59-S70/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

PEREIRA, Léa De Freitas. **Ultrassonografia na Investigação das Lesões Musculoesqueléticas Ler/Dort**. São Paulo: Thieme Revinter, 2018.

PERINI, Efrain Araujo. **Desenvolvimento de instalação para processamento de radioisótopos de utilização médica**. 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-16092020-101721/en.php>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PINTO JUNIOR, Lúcio Alves. **A importância da tomografia por emissão de pósitrons**. 2015. Disponível em: <http://repositorio.unifesspa.edu.br/handle/123456789/557>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PONTES, Tiago de Arruda. **Estudo metabólico de pacientes portadores de osteoporose pós-menopausa**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34068>. Acesso em: 13 mai. 2024.

RAIMUNDO, Douglas Donizetti; CUNHA, Diequison Rite da. Análise da preparação acadêmica, expectativa profissional e do conhecimento dos acadêmicos do curso de Biomedicina na área de Imagenologia. **Revista Conexão Ciência**, v. 15, n. 1, p. 18-25, 2020. Disponível em:

<https://scholar.archive.org/work/dbzwy5fjcbgkvjasjtsbly4v6u/access/wayback/https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/download/986/1148>. Acesso em: 28 ago. 2024.

REHFELDT, Stephanie Cristine Hepp; TRINDADE, Fernanda Rocha. Avaliação dos tipos de exames de diagnóstico por imagem solicitados para o planejamento de diferentes tratamentos radioterápicos em um hospital da região sul do país. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 11, n. 3, p. 27-32, 2017. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Fernanda-Trindade-5/publication/330356240_Avaliacao_dos_tipos_de_exames_de_diagnostico_por_imagem_solicitados_para_o_planejamento_de_diferentes_tratamentos_radioterapicos_e_m_um_hospital_da_regiao_sul_do_pais/links/5c46581892851c22a386f72f/Avaliacao-dos-tipos-de-exames-de-diagnostico-por-imagem-solicitados-para-o-planejamento-de-diferentes-tratamentos-radioterapicos-em-um-hospital-da-regiao-sul-do-pais.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

RIBEIRO, Alcides José Araújo. **Análise das ondas doppler de vasos periféricos na detecção de cardiopatias em idosos**. 2015. Disponível em:

<https://repositorio.fepecs.edu.br:8443/handle/prefix/24>. Acesso em: 07 mai. 2024.

RIBEIRO, Giovanna Teixeira. **Benefícios associados ao equipamento híbrido SPECT/CT no rastreamento de processos metastáticos**. 2023. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/239656>. Acesso em: 02 ago. 2024.

ROBILOTTA, Cecil Chow. A tomografia por emissão de pósitrons: uma nova modalidade na medicina nuclear brasileira. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 20, p. 134-142, 2006. Acesso em: 21 nov. 2024.

SANTANA, Sebastião José de. **Cuidados técnicos no uso da tomografia por emissão de pósitrons (PET-CT) aliada à tomografia computadorizada 4D para o planejamento de radioterapia estereotáxica (SBRT)**. 2018. Disponível em:

<https://ninho.inca.gov.br/jspui/handle/123456789/14622>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SANTI, Gabriel Franchi de; IUNES, Leonardo Rosolen; TIBANA, Tiago Kojun; GRUBERT, Renata Motta; KLAESENER, Camila; FORNAZARI, Vinícius Adami Vayego; NUNES, Thiago Franchi. Radiologia intervencionista e estudantes de medicina no Brasil: uma pesquisa de conhecimento e interesses em uma universidade pública. **Revista de Medicina**, v. 97, n. 6, p. 515-522, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/151317>. Acesso em: 12 mai. 2024.

SANTOS JUNIOR, Jorge Augusto dos; JANSONNEY, Mônica Silva Costa; FONSECA, Giuliana Vasconcelos de Souza. Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada: um estudo retrospectivo e descritivo. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 25, n. 2, p. 46-51, 2020. Disponível em: <https://periodicosapm.emnuvens.com.br/rdt/article/view/339>. Acesso em: 02 abr. 2024.

SANTOS, Mylena Celline Pereira Leal dos; SOUZA, Rafael Assunção Gomes de. Radiologia pediátrica: uso da proteção radiológica e níveis de radiação aceitáveis. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 8, n. 1, p. 43-53, 2019. Disponível em: <http://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/195>. Acesso em: 20 jun. 2024.

SILVA, Catherine Costa Oliveira da. **Dosimetria pré-clínica no desenvolvimento de novos radiofármacos através de simulação por código de Monte Carlo**. 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11169>. Acesso em: 25 ago. 2024.

SILVA, Daniel Coiro. **Radiofármacos no Tratamento da dor metastática óssea, estado da arte e perspectivas**. 2021. Disponível em: <https://repositoriodev.ufba.br/handle/ri/34832>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SILVA, Letícia Machado da. **Protocolos cintilográficos dos sistemas geniturinário e endócrino**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/429/TCC-Let%C3%ADcia-Machado-da-Silva.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SILVA, Pâmela Petenucci da; MARCONDES, Ana Lucia. Otimização da dose de radiação ionizante em tomografia computadorizada. **Tekhne e Logos**, v. 9, n. 1, p. 88-98, 2018. Disponível em: 02 jun. 2024.

SOARES, Ana Filipa Pereira. **Otimização de um nomograma T1 e T2 mapping miocárdico**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/13879>. Acesso em: 09 jul. 2024.

SOARES, Marcos Túlio Lima. **Nandrolona e sua influência no metabolismo ósseo: uma nova abordagem para o tratamento da osteoporose**. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/56296>. Acesso em: 03 mar. 2024.

SOUZA, Rodrigo Gomes de. **Seleção automática de fatias em volumes de imagens tomográficas: estudo de caso no apoio ao diagnóstico da Doença de Alzheimer**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/49054>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ARTIGO REVISTA Terra & Cultura

**BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA: PRINCÍPIOS DOS EXAMES DE IMAGEM E
ATUAÇÃO DO PROFISSIONAL NA ÁREA**

**BIOMEDICAL IMAGING SPECIALIST: PRINCIPLES OF IMAGING TESTS AND
THE PROFESSIONAL'S WORK IN THE AREA**

Bruna Mario de Souza¹
Luciano César Ferreira²

RESUMO

Este trabalho explora a atuação do biomédico imagenologista, concentrando-se nos princípios fundamentais dos exames de imagem e sua atribuição essencial e transcendente na área da saúde e sinergicamente destacando o papel do biomédico no diagnóstico clínico por imagem. O objetivo abarcou a ação de investigar a atuação do biomédico imagenologista, analisando os princípios fundamentais dos exames de imagem. Para atingir esse propósito, a metodologia adotada envolveu uma revisão bibliográfica, abrangendo artigos, livros e trabalhos acadêmicos dos últimos 8 anos. As fontes consultadas incluíram as bases de dados Scielo, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Acadêmico, garantindo uma abordagem atualizada e abrangente sobre o tema. Foram discutidos os fundamentos de diversas modalidades de exames de imagem, como tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrassonografia, radiologia, densitometria óssea e medicina nuclear. Além disso, foram explorados o uso dos contrastes radiológicos nos exames. Concluiu-se que o biomédico imagenologista desempenha uma função importante no diagnóstico clínico, e sua atuação evoluiu em resposta às demandas e avanços tecnológicos. A formação acadêmica, regulamentação, preparação durante a graduação e busca por atualização destacam a complexidade da profissão.

Palavras-chave: Biomédico; Exame; Imagenologia.

ABSTRACT

This paper explores the role of the biomedical imaging specialist, focusing on the fundamental principles of imaging examinations and their essential and transcendent attribution

¹ Bruna Mario de Souza. Acadêmica do Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR. 2024. Email – brunamariodesouza@gmail.com

² Luciano César Ferreira. Orientador da pesquisa. Docente Especialista do Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR. 2024. Email - luciano.cesar107@gmail.com

in the health area and synergistically highlighting the role of the specialist in clinical diagnosis. The objective was to investigate the work of the biomedical imaging specialist, analyzing the fundamental principles of imaging examinations. In meeting this objective, the methodology adopted involved a bibliographic review that covered articles, books and academic papers from the last 8 years. The sources consulted included the Scielo, Virtual Health Library (VHL) and Google Scholar databases, ensuring an updated and comprehensive approach to the subject. The fundamentals of several modalities of imaging examinations were discussed, such as computed tomography, magnetic resonance, ultrasonography, radiology, bone densitometry and nuclear medicine. Furthermore, the use of radiological contrasts in the examinations was explored. Therefore, it was concluded that the biomedical imaging specialist plays an important role in the clinical diagnosis process, and its performance evolves in response to demands and technological advances. In light of this, it is possible to observe that academic training, regulatory frameworks, preparation during graduation and the search for professional updating highlight the complexity of the profession.

Keywords: Biomedical; Examination; Imagenology.

1 INTRODUÇÃO

Na vanguarda da prática biomédica, o biomédico imagenologista desempenha um papel crucial na interface entre a tecnologia médica e a busca pela compreensão profunda da anatomia e fisiologia humanas (FREITAS JUNIOR; BRITO, 2020; RAIMUNDO; CUNHA, 2020). No contexto atual da medicina diagnóstica, o emprego de exames de imagem tornou-se um pilar essencial para o diagnóstico precoce e preciso de uma ampla gama de condições de saúde (OLIVEIRA, 2022).

A evolução dessas tecnologias ao longo do tempo não apenas ampliou as capacidades diagnósticas, mas também trouxe desafios e complexidades adicionais para o profissional. Nesse contexto, explorar os fundamentos dos exames de imagem, desde suas bases teóricas até suas aplicações práticas, é essencial para compreender a função crucial desempenhada pelo biomédico imagenologista na promoção da saúde e no diagnóstico assertivo (CIRO *et al.*, 2021).

No contexto da atuação do biomédico imagenologista, surge uma problemática central que impulsionou esta pesquisa: qual é o papel do biomédico dentro da área de imagenologia, considerando suas responsabilidades, desafios e impacto na prática da saúde? Esta questão

essencial conduziu o interesse em compreender mais profundamente as nuances dessa profissão dinâmica e vital para o diagnóstico clínico contemporâneo (FREITAS JUNIOR; BRITO, 2020; RAIMUNDO; CUNHA, 2020).

Assim, este trabalho teve como objetivo investigar a atuação do biomédico imagenologista, concentrando-se nos princípios fundamentais dos exames de imagem e na sua contribuição para o campo da saúde. Para alcançar esse propósito, foram delineados três objetivos específicos: analisar a base teórica dos principais exames de imagem utilizados pelo biomédico imagenologista; avaliar o uso de contraste radiológicos nos exames; e investigar o papel desse profissional no diagnóstico por imagem.

A relevância de explorar o tema da atuação do biomédico imagenologista e dos princípios dos exames de imagem residem na influência significativa que esses profissionais exercem no diagnóstico e tratamento de diversas condições médicas. Em um cenário clínico em constante evolução, onde a precisão diagnóstica é crucial, compreender a fundo como os biomédicos imagenologistas atuam não apenas enriquece o conhecimento acadêmico, mas também contribui diretamente para aprimorar a prática clínica.

2 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido através de revisão bibliográfica nas bases de dados Google Acadêmico, Biblioteca Virtual de Saúde (BSV) e Scielo. A pesquisa delimitou-se aos últimos oito anos (2014 - 2022) para garantir a atualidade das informações e refletir os mais recentes avanços na área de imagenologia biomédica. Palavras-chave como “Biomédico”, “Exame” e “Imagenologia”, foram empregadas para focalizar a investigação nos aspectos específicos do tema. Optou-se por acrescentar, à estratégia de busca, os termos booleanos AND e OR para refinar os resultados, utilizando, dessa forma a seguinte combinação: biomédico AND imagem OR imagenologia

Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos materiais. Os artigos considerados foram aqueles publicados nos últimos dez anos, disponíveis na íntegra, de acesso aberto e na língua portuguesa. A relevância dos materiais foi avaliada, priorizando aqueles que contribuíram de maneira significativa para a compreensão dos princípios dos exames de imagem e a atuação do biomédico imagenologista.

No total foram encontrados 98 artigos, que foram analisados e lidos. Destes, 44 estudos foram eliminados devido à falta de relevância para o foco do trabalho.

Uma segunda revisão foi realizada, priorizando artigos focados nos exames de imagem e estudos sobre a formação e regulamentação do biomédico imagenologista, a busca ocorreu nas bases de dados Google Acadêmico, Biblioteca Virtual de Saúde e Scielo, sendo utilizados os seguintes descritores para busca: biomédico imagenologista, radiologia, habilitação biomédico, profissional biomédico. Foram excluídos trabalhos em que não abordavam o tema e que não eram gratuitos.

No total foram encontrados 15 artigos, 2 livros e uma resolução do Conselho Federal de Biomedicina.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentos dos Exames de Imagem

A evolução da prática biomédica na área de imagenologia, radiologia, biofísica e instrumentação médica tem sido marcada por significativos avanços tecnológicos e científicos. A Resolução Nº. 234, de 05 de dezembro de 2013, do Conselho Federal de Biomedicina, delineou as atribuições específicas do biomédico nesse contexto, conferindo legitimidade para atuar em diversos exames de imagem. Este conjunto de normativas, ao considerar o panorama contemporâneo e as exigências tecnológicas, estabeleceu um amplo escopo de atuação para esses profissionais (CFBM, 2013).

2.2 Tomografia Computadorizada (TC)

A tomografia computadorizada representa uma evolução notável no campo da imagem, fornecendo uma visão tridimensional detalhada dos órgãos e estruturas internas do corpo humano. Seu desenvolvimento revolucionou a prática clínica ao oferecer diagnósticos mais precisos e uma compreensão mais profunda das condições médicas (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2020).

A tomografia computadorizada convencional é a abordagem tradicional, onde um feixe de raios-X atravessa o corpo do paciente, sendo detectado por sensores para gerar imagens transversais detalhadas. A tomografia computadorizada helicoidal, por sua vez, introduz o conceito de movimento contínuo do tubo de raios-X e da mesa, permitindo uma aquisição em espiral para reconstruções tridimensionais mais rápidas.

2.3 Ressonância magnética (RM)

A ressonância magnética é uma técnica avançada de imagem médica que utiliza o fenômeno da ressonância magnética nuclear para criar imagens detalhadas das estruturas anatômicas e funcionais do corpo humano. Esse método proporciona uma visão sem radiação ionizante, sendo particularmente valioso para a avaliação de tecidos moles e estruturas intracranianas (KOCH, 2022).

O princípio fundamental da RM baseia-se na interação entre núcleos atômicos que possuem propriedades magnéticas e um campo magnético externo. Quando um paciente é exposto a esse campo magnético, os prótons de hidrogênio, abundantemente presentes no corpo humano, alinham-se com o campo magnético. Em seguida, pulsos de radiofrequência são aplicados, perturbando esse alinhamento e, ao cessarem, os prótons retornam ao estado de equilíbrio inicial, liberando energia. Os detectores de radiofrequência captam essa energia liberada, permitindo a geração de imagens detalhadas das diferentes regiões do corpo (KOCH, 2022).

2.4 Ultrassonografia (US)

A ultrassonografia é uma técnica de imagem médica que utiliza ondas sonoras de alta frequência para criar imagens em tempo real das estruturas internas do corpo humano. Sua aplicação é amplamente difundida nas práticas clínicas, proporcionando uma visualização dinâmica e detalhada dos órgãos, tecidos e fluídos. Este exame destaca-se por sua segurança, acessibilidade e capacidade de avaliar estruturas em tempo real, tornando-se uma ferramenta essencial em diversas especialidades médicas (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

Os fundamentos da ultrassonografia residem nos princípios da acústica e na propagação de ondas sonoras através dos tecidos biológicos. Quando um transdutor emite pulsos de ondas sonoras de alta frequência em direção aos tecidos, essas ondas penetram nos órgãos e refletem de volta para o transdutor. A variação no tempo que essas ondas levam para retornar permite a formação de imagens, sendo as estruturas mais densas visualizadas de forma diferente das menos densas (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

2.5 Radiologia Geral e Especializada

A radiologia é uma disciplina fundamental no campo da medicina diagnóstica,

oferecendo uma visão abrangente do interior do corpo por meio do uso de radiações ionizantes. A radiologia geral e especializada desempenha um papel crucial na detecção precoce de doenças, orientação de procedimentos terapêuticos e monitoramento de tratamentos ao fornecer imagens detalhadas de estruturas anatômicas (MARCHIORI; SANTOS, 2009).

Os fundamentos da radiologia residem no princípio da interação das radiações ionizantes com os tecidos biológicos. Raios X, por exemplo, são produzidos por um tubo de raios X e direcionados para o corpo do paciente. Quando esses raios atravessam os tecidos, eles interagem de maneiras diferentes com as diversas estruturas anatômicas. Essas interações produzem uma imagem radiográfica que captura a absorção diferencial de radiação pelos tecidos, proporcionando uma representação visual das estruturas internas do corpo (MARCHIORI; SANTOS, 2009).

A radiologia geral abrange uma variedade de exames, incluindo radiografias convencionais, fluoroscopia e tomografia computadorizada. As radiografias convencionais, frequentemente conhecidas como raios X, são amplamente utilizadas para a visualização de ossos e órgãos internos (MARCHIORI; SANTOS, 2009). A fluoroscopia, por sua vez, permite a visualização em tempo real de estruturas em movimento, sendo valiosa em procedimentos como estudos gastrointestinais contrastados (PENHA; COSTA, 2014).

A radiologia especializada, por outro lado, envolve técnicas mais específicas e avançadas para a visualização de áreas específicas do corpo ou sistemas orgânicos. A mamografia, por exemplo, é uma forma especializada de radiologia usada na detecção precoce do câncer de mama. Essa técnica utiliza raios X de baixa dose para criar imagens detalhadas das mamas, permitindo a identificação de massas ou calcificações (MARCHIORI; SANTOS, 2009).

2.6 Densitometria Óssea

A densitometria óssea é uma modalidade essencial no campo da medicina diagnóstica, especializada na avaliação da densidade mineral óssea (DMO). Esse procedimento fornece informações cruciais sobre a integridade e a resistência óssea, sendo fundamental para a avaliação do risco de fraturas e o diagnóstico de condições como a osteoporose (AFONSO; PINHAL, 2015).

Osso é um tecido dinâmico, constantemente sujeito a processos de remodelação e renovação. A densidade mineral óssea é uma medida quantitativa da quantidade de minerais presentes em uma determinada área do osso, geralmente expressa em gramas por centímetro

quadrado (g/cm^2). A DMO é influenciada pela quantidade de cálcio, fósforo e outros minerais presentes na matriz óssea, refletindo diretamente na sua resistência e capacidade de suportar cargas mecânicas (PONTES, 2019).

2.7 Medicina Nuclear

A medicina nuclear representa uma disciplina multidisciplinar que utiliza radionuclídeos e radiofármacos para diagnóstico, tratamento e pesquisa em diversas áreas da medicina. Essa abordagem inovadora permite obter informações funcionais e moleculares, indo além das técnicas convencionais de imagem anatômica. No âmbito da medicina nuclear, destacam-se as técnicas de cintilografia, tomografia por emissão de pósitrons (PET), e terapia com radioisótopos (LOBO FILHO *et al.*, 2019).

2.8 Radioterapia

A radioterapia, embora não seja diretamente um exame de imagem, representa uma etapa essencial na prática clínica voltada para o diagnóstico e tratamento de diversas condições médicas, notadamente em oncologia. Este segmento terapêutico utiliza radiações ionizantes para destruir ou inibir o crescimento de células tumorais, desempenhando um papel crucial na gestão de doenças neoplásicas (LISBOA, 2014).

A execução do tratamento de radioterapia é frequentemente guiada em tempo real por métodos de imagem, como radiografias ou fluoroscopia, garantindo que o feixe de radiação seja direcionado com precisão às áreas previamente identificadas. Esse controle em tempo real é particularmente relevante em situações em que a anatomia do paciente pode variar durante o curso do tratamento (CARVALHO, 2022).

2.9 Dosimetria

À exemplo da radioterapia, a dosimetria também representa uma área intrinsecamente ligada à prática clínica em diagnóstico por imagem e à própria radiologia. Este tópico descreve a medição e avaliação das doses de radiação absorvidas pelos tecidos biológicos, sendo essencial para garantir a segurança dos pacientes e a eficácia dos procedimentos envolvendo radiações ionizantes.

Ao integrar a dosimetria em um estudo sobre exames de imagem, emerge a conexão

direta entre as doses administradas durante procedimentos diagnósticos e terapêuticos. Nos exames de imagem diagnóstica, como tomografia computadorizada e radiografia, a dosimetria torna-se relevante para avaliar a quantidade de radiação a que os pacientes são expostos durante a obtenção de imagens. Isso é particularmente crucial em um cenário em que a preocupação com a exposição à radiação ionizante está cada vez mais presente (FERNANDES, 2019).

A dosimetria tem grande participação em pesquisas clínicas e no desenvolvimento de diretrizes regulatórias. A implementação de padrões de dosimetria assegura a consistência e a qualidade nos resultados obtidos em diversos contextos clínicos, promovendo uma abordagem mais uniforme e segura no uso da radiação ionizante (SILVA, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No contexto específico da atuação do biomédico, sua inserção na área de Imagenologia não ocorreu de maneira imediata. Foi apenas ao longo do século XX que a profissão biomédica começou a incorporar as práticas da imagenologia como parte integrante de seu escopo de atuação. No Brasil, o processo de regulamentação da profissão biomédica, culminando na Lei 7135/83, foi indispensável para estabelecer as bases legais para a atuação do biomédico, incluindo a área de Imagenologia (COSTA *et al.*, 2020).

A pesquisa de Raimundo e Cunha (2020) aprofunda essa perspectiva ao explorar a formação acadêmica e as expectativas dos acadêmicos de Biomedicina em relação à área de imagenologia. A análise revela que, mesmo com a crescente conscientização sobre a importância dessa especialidade, há desafios percebidos na formação acadêmica. A capacitação eficaz do biomédico na área de imagenologia requer uma abordagem educacional sólida, integrando teoria e prática para preparar profissionais capazes de lidar com os desafios tecnológicos contemporâneos.

O estudo também ressalta que, ao longo da história recente, a imagenologia passou por uma série de transformações, incorporando modalidades avançadas, como tomografia computadorizada, ressonância magnética e medicina nuclear. Essas tecnologias representam não apenas avanços técnicos, mas também desafios adicionais para o biomédico imagenologista, demandando constante atualização e aprimoramento de suas habilidades (RAIMUNDO; CUNHA, 2020).

A regulamentação da profissão biomédica e a formação acadêmica constituem pilares fundamentais para a atuação do biomédico imagenologista, delineando tanto a estrutura legal quanto os alicerces educacionais necessários para uma prática clínica eficaz e segura.

A pesquisa conduzida por Oliveira (2022) destaca a importância da regulamentação, destacando a batalha histórica pela definição das atribuições e competências do biomédico. O marco na regulamentação ocorreu com a promulgação da Lei 7135/83, que permitiu a atuação do biomédico em análises clínicas e consolidou sua presença no mercado, inclusive na área de imagenologia.

O Conselho Regional de Biomedicina da 2ª Região (CRBM-2), citado por Oliveira (2022), destaca que a habilitação em imagenologia, embora represente uma porcentagem menor dos registros, é significativa, evidenciando a importância crescente dessa especialidade. A pesquisa aponta para a necessidade de cursos de pós-graduação e estágios curriculares específicos para a formação desses profissionais, indicando uma demanda reprimida por especialistas em imagenologia

4 CONCLUSÃO

Na presente conclusão, é oportuno retomar o objetivo inicial de investigar a atuação do biomédico imagenologista, analisando os princípios fundamentais dos exames de imagem e seu papel na área da saúde. Ao longo desta pesquisa, foi possível atender integralmente a esse propósito, aprofundando-se nos fundamentos técnicos e científicos que norteiam a prática do biomédico nesse contexto específico.

O papel do biomédico imagenologista na contribuição para o diagnóstico clínico é multifacetado e crucial. Desde a trajetória histórica da imagenologia até os desafios contemporâneos, a atuação desses profissionais tem evoluído em resposta às demandas da sociedade e aos avanços tecnológicos. A formação acadêmica, regulamentação da profissão, preparação durante a graduação, desafios e oportunidades regionais e a busca contínua por formação continuada demonstram a amplitude e a complexidade dessa profissão.

A pesquisa analisada revela a necessidade de revisões nas diretrizes curriculares e destaca a importância da formação específica em imagenologia para uma atuação eficaz. A presença crescente dos biomédicos imagenologistas no mercado de trabalho, especialmente em regiões com demanda crescente por exames especializados, reforça a importância desses profissionais na promoção de um diagnóstico clínico preciso e eficaz.

Este texto proporciona uma visão abrangente das contribuições do biomédico imagenologista para o diagnóstico clínico, destacando a importância de sua formação, atuação ética e comprometimento com a atualização constante. A incorporação de avanços tecnológicos, a adaptação às demandas regionais e a participação ativa na pesquisa científica são elementos

essenciais para garantir a excelência na prática profissional e a contínua evolução dessa área vital da saúde.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Adriano dos Anjos; PINHAL, Paulo. Densitometria óssea e sua relação diagnóstica com a osteopenia e a osteoporose. In.: **IX Mostra de Trabalhos Acadêmicos da III Jornada de Iniciação Científica UNILUS**. 2015. Disponível em:

<http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/view/610/u2016v13n30e610>. Acesso em: 20 jan. 2024.

CARVALHO, Aline Cristina de. **IGRT Radioterapia Guiada por Imagem: A Relevância da tecnologia para os Tratamentos Radioterápicos**. 2022. Disponível em:

<https://ninho.inca.gov.br/jspui/handle/123456789/11005>. Acesso em: 17 fev. 2024.

CFBM – Conselho Federal de Biomedicina. **Resolução Nº 234, de 05 de dezembro de 2013**.

2013. Disponível em: <https://cfbm.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Res-2013-234.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2024.

CIRO, Eduardo Rodrigues; SILVA FILHO, Wilson Seraine da; PELEGRINELI, Samuel Queiroz. O Biomédico pode exercer as funções de um profissional das técnicas radiológicas? Uma reflexão à luz dos currículos. **Brazilian Journal Of Development**, v. 7, n. 6, p. 62670-62680, jun. 2021. Disponível em:

<https://scholar.archive.org/work/asgamyzwonatzmro2wixsvixky/access/wayback/https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/31858/pdf>. Acesso em: 29 ago. 2024.

COSTA, Antonio Gadelha; GADELHA, Patricia Spara; CAVALCANTI, Marina Mendes.

Critérios para a realização da ultrassonografia no primeiro trimestre da gestação baseados nos guidelines ISUOG. **Revista Brasileira de Ultrassonografia**, v. 28, n. 29, p. 49-56, 2020.

Disponível em: <https://revista.sbus.org.br/wp-content/uploads/rbus-setembro-de-2020-v28-29ed-PT-EN-v4.pdf#page=49>. Acesso em: 08 ago. 2024.

FERNANDES, Samantha Cristina Pereira. **Dosimetria e cuidados de radioproteção para pacientes submetidos a procedimentos diagnósticos em medicina nuclear**. 2020.

Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5155/tde-15092021-141424/en.php>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FREITAS JUNIOR, Manoel Raimundo de. BRITO, Juliana Stoffel. Inserção do biomédico com habilitação em imagenologia no diagnóstico por imagem em Imperatriz – MA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, n. 12, p. 41-61, 2020.

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/habilitacao-em-imagenologia>. Acesso em: 15 jun. 2024.

KOCH, Hilton Augusto. **Radiologia e diagnóstico por imagem na formação do médico geral**. São Paulo: Thieme Revinter, 2022.

LISBOA, Liliane Neves. **Tratamento de radioterapia em pacientes oncológicos**. 2014. Disponível em: https://unisales.br/wp-content/uploads/2021/10/TCC-2015_1-Liliane.pdf. Acesso em: 21 jun. 2024.

LOBO FILHO, Adriano Marcelino; PAES, Julia Moraes; FIORO, Vitor Valente; RESGALA, Ludmila Carvalho Rangel. Uso de radioisótopos para diagnóstico. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 5, n. 4, 2019. Disponível em: <http://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/view/517>. Acesso em: 18 mai. 2024.

MARCHIORI, Edson; SANTOS, Maria Lucia de. Introdução à **radiologia**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2009.

OLIVEIRA, Wilton Guilherme Genonádio da Silva. **Avaliação do perfil demográfico e de habilitações dos biomédicos do estado da Bahia**. 2022. Disponível em: <http://repositorio.bahiana.edu.br/jspui/handle/bahiana/6436>. Acesso em: 05 abr. 2024.

PAPALÉO, Ricardo Meurer; SOUZA, Daniel Silva de. Ultrassonografia: princípios físicos e controle da qualidade. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 13, n. 1, p. 14-23, 2019. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/502/v13n1p14>. Acesso em: 08 jun. 2024.

PENHA, Diana; COSTA, Ana. Fluoroscopia gastrointestinal: uma análise retrospectiva de 2004 a 2010 no Serviço de Imagiologia do Hospital Fernando Fonseca. **Revista Clínica do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca**, v. 2, n. 1, p. 11-17, 2014. Disponível em: <https://revistaclinica.hff.min-saude.pt/index.php/rhff/article/viewFile/66/42>. Acesso em: 12 set. 2024.

PONTES, Tiago de Arruda. **Estudo metabônico de pacientes portadores de osteoporose pós-menopausa**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34068>. Acesso em: 13 mai. 2024.

RAIMUNDO, Douglas Donizetti; CUNHA, Diequison Rite da. Análise da preparação acadêmica, expectativa profissional e do conhecimento dos acadêmicos do curso de Biomedicina na área de Imagenologia. **Revista Conexão Ciência**, v. 15, n. 1, p. 18- 25, 2020. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/dbzwy5fjcbgkvjasjtsbly4v6u/access/wayback/https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/download/986/1148>. Acesso em: 28 ago. 2024.

SANTOS JUNIOR, Jorge Augusto dos; JANSONNEY, Mônica Silva Costa; FONSECA, Giuliana Vasconcelos de Souza. Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada: um estudo retrospectivo e descritivo. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 25, n. 2, p. 46-51, 2020. Disponível em: <https://periodicosapm.emnuvens.com.br/rdt/article/view/339>. Acesso em: 02 abr. 2024.

SILVA, Catherine Costa Oliveira da. **Dosimetria pré-clínica no desenvolvimento de novos radiofármacos através de simulação por código de Monte Carlo**. 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11169>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ANEXOS

Normas da Revista Terra & Cultura (UniFil)

1. Utilizar o editor de texto Word, em formato A4 (21 x 29,7 cm). O texto deve ser formatado em fonte *Times New Roman*, tamanho 12, espaçamento entre linhas 1,5 e justificado. O artigo deve ser inserido no Template da revista Terra & Cultura para submissão.
2. O texto deve conter até 25 páginas.
3. Resumo é elemento obrigatório, não ultrapassar 250 palavras, escrito em português e deve conter os seguintes itens: introdução, objetivo, metodologia, resultados e considerações finais.
4. Indicar até cinco palavras-chave em português. As palavras-chave devem constar logo após o resumo separadas por ponto e vírgula final (;).
5. Ilustrações como quadros, tabelas, fotografias e gráficos (incluir se estritamente necessários), devem ser indicados no texto, com seu número de ordem e o mais próximo do texto onde a imagem foi citada e indicar a fonte.
6. As notas explicativas devem vir no rodapé do texto e devem ser indicadas com número sobrescrito, imediatamente após a frase à qual fez menção;
7. Os agradecimentos, se houver, devem figurar após o texto.
8. Anexos/apêndices devem ser utilizados quando estritamente necessários.
9. As citações no texto devem seguir a norma NBR 10520/2002 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), utilizando-se o sistema autor-data. As referências bibliográficas (NBR 6023/2018) devem aparecer em lista única no final do artigo e em ordem alfabética, sendo de inteira responsabilidade dos autores a indicação e adequação das referências aos trabalhos consultados.
10. É de responsabilidade dos autores a revisão dos artigos de acordo com a norma culta da língua portuguesa.