

CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA

SAMANTHA ISOYAMA POLONI

**A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
NA AVALIAÇÃO E DETECÇÃO DE LESÕES PULMONARES
POR TUBERCULOSE**

SAMANTHA ISOYAMA POLONI

**A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
NA AVALIAÇÃO E DETECÇÃO DE LESÕES PULMONARES
POR TUBERCULOSE**

Projeto de Pesquisa apresentado à
disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso – TCC I. Curso: Biomedicina,
Faculdade de Apucarana.

Orientador: Profº Especialista Luciano
César Ferreira.

Apucarana
2025

SAMANTHA ISOYAMA POLONI

**A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA AVALIAÇÃO E
DETECÇÃO DE LESÕES PULMONARES POR TUBERCULOSE**

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 Cesar
Ferreira
Faculdade de Apucarana

Profº Cássio Lúcio Del Grossi
Faculdade de Apucarana

Profº Me. Vinícius Lopes da Silva
Faculdade de Apucarana

Apucarana, ____ de _____ de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças e a oportunidade de ter iniciado uma graduação.

Agradeço a minha família, minha base e maior apoio, expresso minha profunda gratidão. Aos meus pais, por todo amor, incentivo e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que duvidei das minhas capacidades.

Não poderia deixar de agradecer também às amizades que o curso me proporcionou, que tornaram essa caminhada mais leve, mais divertida e muito mais significativa. Cada conversa, risada e apoio fizeram toda a diferença.

Ao meu orientador, Luciano César Ferreira, agradeço imensamente pela paciência, dedicação e disponibilidade durante toda a elaboração deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, pelos conhecimentos compartilhados, pelas experiências transmitidas e por cada contribuição que levarei comigo para a vida profissional e pessoal.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada muito obrigado.

"Não sabemos o que nos espera, mas sabemos que, com coragem e determinação, somos capazes de enfrentar qualquer desafio. O que parece o fim é, muitas vezes, o começo de uma nova história."

Fernando Pessoa

POLONI, Samantha Isoyama. **A importância da tomografia computadorizada na avaliação e detecção de lesões pulmonares por tuberculose**. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – Pr. 2025.

RESUMO

A tuberculose continua a representar um desafio relevante para a saúde pública mundial, apesar da existência de tratamento eficaz há mais de meio século. A dificuldade em seu controle está relacionada, principalmente, à transmissão aérea, ao diagnóstico tardio e às limitações de métodos tradicionais, como a baciloscopia e a cultura. Nesse contexto, a tomografia computadorizada, especialmente a de alta resolução (TCAR), apresenta-se como um recurso diagnóstico essencial. Este trabalho tem como objetivo analisar a importância da tomografia no diagnóstico da tuberculose, destacando sua contribuição para a detecção precoce, a avaliação da extensão da doença e o auxílio na conduta clínica. Para isso, realizou-se uma revisão integrativa da literatura em bases científicas nacionais e internacionais. Os resultados evidenciam que a tomografia oferece maior sensibilidade e precisão na identificação de alterações pulmonares, como cavitações, consolidações e padrão de árvore em brotamento, mesmo em casos com baciloscopia negativa ou radiografias inconclusivas. Conclui-se que a tomografia computadorizada é uma ferramenta fundamental no diagnóstico e acompanhamento da tuberculose, ampliando a capacidade de diferenciação em relação a outras patologias pulmonares e contribuindo para estratégias mais eficazes de controle da doença. Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão de literatura, buscando publicações científicas em plataformas confiáveis, como o Google Acadêmico e a SciELO (Scientific Electronic Library Online). Foram considerados trabalhos publicados entre 2002 e 2024.

Palavras-chave: Tuberculose; Tomografia; Diagnóstico por imagem.

POLONI, Samantha Isoyama. **The importance of computed tomography in the evaluation and detection of pulmonary lesions caused by tuberculosis**. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – Pr. 2025.

ABSTRACT

Tuberculosis continues to represent a relevant challenge for global public health, despite the availability of effective treatment for more than half a century. The difficulty in controlling the disease is mainly related to airborne transmission, delayed diagnosis, and the limitations of traditional methods such as smear microscopy and culture. In this context, computed tomography, especially high-resolution computed tomography (HRCT), has emerged as an essential diagnostic tool. This study aims to analyze the importance of computed tomography in the diagnosis of tuberculosis, emphasizing its contribution to early detection, assessment of disease extent, and support in clinical decision-making. An integrative literature review was conducted using national and international scientific databases. The results show that computed tomography provides greater sensitivity and accuracy in identifying pulmonary alterations, such as cavitations, consolidations, and tree-in-bud patterns, even in cases with negative smear tests or inconclusive chest X-rays. It is concluded that computed tomography is a fundamental tool in the diagnosis and follow-up of tuberculosis, enhancing differentiation from other pulmonary diseases and contributing to more effective strategies for disease control. This research was developed through a literature review, searching for scientific publications on reliable platforms such as Google Scholar and SciELO (Scientific Electronic Library Online). Works published between 2002 and 2024 were considered.

Keywords: Tuberculosis; Computed tomography; Imaging diagnosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aparelho da ressonância magnética	18
Figura 2 – Aparelho de Raio X	19
Figura 3 – Aparelho de tomografia computadorizada	20
Figura 4 – Imagem de um Raio X de paciente com tuberculos	21
Figura 5 – Imagens de tomografia com tuberculose.....	23

LISTA DE SIGLAS

TCAR	Tomografia computadorizada de alta resolução
BKS	Bacilos de Koch
PET	Tomografia por emissão de pósitrons
TC	Tomografia computadorizada
TB	Tuberculose
RM	Ressonância Magnética
MN	Medicina Nuclear
SPECT	Tomografia computadorizada por emissão de Fóton Único
PCR	Proteína C Reativa
VHS	Velocidade de Hemossedimentação

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
1.1 Tuberculose.....	10
1.2 Transmissões.....	12
1.3 Sintomas	13
1.4 Diagnóstico.....	14
1.5 Tomografia e tuberculose	17
2 ATUAÇÃO DO BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA.....	24
REFERÊNCIAS.....	27

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Tuberculose

De acordo com Teixeira (2020), as bactérias se apresentam como organismos unicelulares que não possuem núcleo delimitado por uma membrana, o material genético fica disperso pelo citoplasma, o que facilita o surgimento de mutações. Essas estruturas podem viver sozinhas ou em grupos. Segundo Nogueira e Miguel (2013), algumas bactérias possuem um DNA extra, denominado plasmídeo, que não é necessário para a vida delas, mas dá vantagens, como a capacidade de resistir a remédios.

As bactérias são seres formados por uma única célula, de escala microscópica (de 2 a 5 μm), e podem viver sozinhas ou em grupos, seu material genético, desprovido de núcleo, está disperso no citoplasma, o que as classifica como procariontes (Wildner *et al.*, 2021). São reconhecidas como extremófilas devido à sua habilidade de se ajustar a uma diversidade de habitats e à sua notável aptidão para a decomposição, ademais, exibem alta taxa de mutação (Teixeira, 2020).

A maior parte das bactérias, além da membrana plasmática, dispõe de uma parede celular constituída principalmente de peptidoglicano, que contribui para a preservação da forma e a proteção da célula, algumas espécies também apresentam uma cápsula polissacarídica ao redor da parede celular (Nogueira; Miguel, 2013). No citoplasma as bactérias contêm ribossomos, menores que os das células eucarióticas, mas com a mesma função de sintetizar proteínas, também podem ter grânulos ou inclusões para o armazenamento de substâncias. Conforme Teixeira (2020), as bactérias podem ser divididas em comensais, que não causam danos ao hospedeiro (como as bactérias da microbiota normal), e patogênicas, que têm a capacidade de causar doenças; já as contaminações provocadas por bactérias da microbiota normalmente são chamadas de infecções oportunistas.

As bactérias podem se organizar em diferentes configurações estruturais. Como explicam Nogueira e Miguel (2013), os bastonetes, por exemplo, podem ser longos ou curtos e suas extremidades podem ser retas, arredondadas ou até curvadas, parecendo uma vírgula, já os espirilos têm uma forma em hélice, enquanto os cocos são esféricos.

Os cocos podem se agrupar de várias maneiras: os diplococos são dois cocos unidos, formados por divisão em um único plano os estreptococos se organizam em cadeia, como um cordão de pérolas, também resultantes de divisão em um único plano; as tétrades consistem em quatro cocos unidos, formadas por divisão em dois planos; as sarcinas são grupos de oito cocos que se juntam em forma de cubo, originados por divisão em três planos; e os estafilococos aparecem de maneira aleatória, lembrando um cacho de uvas, com divisão em múltiplos planos (Wildner *et al.*, 2021).

Por outro lado, os bastonetes (ou bacilos) não costumam formar muitos arranjos e geralmente aparecem isolados (Nogueira; Miguel, 2013). A parede celular das bactérias desempenha papéis importantes, como dar forma e rigidez, além de auxiliar na divisão celular e, em muitos casos, ajudar a manter a pressão osmótica. Essa parede tem uma espessura de aproximadamente 10 a 20 nanômetros e é formada por várias substâncias, incluindo um complexo macromolecular conhecido como mucocomplexo, que também é chamado de peptidoglicano, mureína, mucopeptídeo ou glicopeptídeo (Teixeira, 2020). Esse componente é essencial para classificar as bactérias, um exemplo bem conhecido dessa modificação é o gênero *Mycobacterium*, devido à característica hidrofóbica da parede dessas bactérias, a coloração pelo método de Gram se torna mais desafiadora. No entanto, elas podem ser diferenciadas pela sua resistência ao álcool-ácido (Nogueira; Miguel, 2013).

As ideias apresentadas por Wildner *et al.* (2021) destacam que a coloração característica das bactérias está relacionada ao seu alto teor de lipídios, que pode chegar a cerca de 60% na parede celular. Essa parede é composta por uma membrana nocitoplasmática, coberta por uma camada espessa de peptidoglicano, que é um tipo de ácido conhecido como N-glicolilmurâmico. Esse peptidoglicano se liga de forma covalente a cadeias de arabinogalactano, um polissacarídeo, cujas extremidades são esterificadas com ácidos graxos de cadeia longa, chamados ácidos micólicos. O Complexo *Mycobacterium tuberculosis* (CMTB) é o agente responsável pela tuberculose em humanos, uma doença infectocontagiosa que pode durar bastante tempo, afetando principalmente os pulmões, mas também podendo atingir outras partes do corpo ou se espalhar de maneira geral.

O HIV tem um risco muito maior, entre 20 e 37 vezes maior, de ficar doente com tuberculose. Essa doença é uma das principais causas de morte entre as pessoas que vivem com HIV. A tuberculose representa mais de um quarto das mortes nessa

população e ainda é um dos fatores usados para definir quando alguém tem AIDS (Seiscento, 2012).

O *Mycobacterium tuberculosis*, agente causador da tuberculose, é uma bactéria que pertence ao grupo das actinobactérias, dentro do domínio das eubactérias (Kozakevich; Silva, 2015). Trata-se de um bacilo imóvel, sem cápsula, que não forma esporos nem cria colônias, com dimensões que variam de 0,2 a 0,6 por 1 a 10 micrômetros. Esses bacilos costumam formar agrupamentos característicos, com ramos longos e tortuosos, conhecidos como cordas, o que é uma característica importante para sua visualização e diferenciação em análises microscópicas.

A tuberculose é mais comum em pessoas com insuficiência renal crônica do que na população em geral, especialmente entre aqueles que fazem diálise ou receberam um transplante de rim. Quem passa por um transplante renal, principalmente por usar medicamentos imunossupressores, fica mais vulnerável a infecções por *M. tuberculosis*, seja por reativação da doença ou por uma infecção nova. O diagnóstico pode atrasar porque os sintomas da tuberculose podem aparecer de forma diferente do usual, e o teste de tuberculina pode dar resultado negativo em pessoas com imunossupressão (Seiscento, 2012).

1.2 Transmissões

De acordo com Lopes (2010), a tuberculose é uma infecção seria e contagiosa, causada por uma bactéria chamada *Mycobacterium tuberculosis*, popularmente conhecido como bacilo de Koch. Esse agente patogênico é transmitido de um indivíduo para outro, principalmente por meio da inalação de gotículas contaminadas que são expelidas no ar durante atividades comuns como falar, tossir ou espirrar (Oliveira *et al.*, 2010). Quando uma pessoa infectada realiza essas ações, ela libera pequenas partículas que podem conter o bacilo, colocando outras pessoas ao seu redor em risco de contágio (Kozakevich; Silva, 2015).

As gotículas maiores, devido ao seu tamanho, costumam ficar retidas nas superfícies das mucosas das vias respiratórias superiores, como o nariz e a garganta (Lopes, 2010). Essas partículas são posteriormente eliminadas pelo próprio sistema de defesa do organismo, já as partículas menores, que são mais leves e podem permanecer suspensas no ar por um tempo maior, apresentam maior risco, pois têm a capacidade de penetrar profundamente nos pulmões. Essas partículas minúsculas,

que muitas vezes contêm apenas de um a três bacilos, conseguem atingir os alvéolos pulmonares pequenas estruturas onde ocorrem as trocas gasosas e ali iniciar o processo infeccioso (Bento; Silva; Rodrigues, 2011).

É fundamental compreender que o risco de infecção por *Mycobacterium tuberculosis* não é uniforme e depende de diversos fatores, como a carga bacilar presente no ambiente, a proximidade com a pessoa infectada e a duração da exposição (Ferreira *et al.*, 2013). Por exemplo, durante uma simples conversa de cerca de cinco minutos, um indivíduo com tuberculose ativa pode liberar aproximadamente 3.000 gotículas contaminadas no ar (Lopes, 2010). Esse número pode aumentar significativamente em episódios de espirro, que têm o potencial de espalhar uma quantidade muito maior de partículas infecciosas em um curto intervalo de tempo (Mello, 2011).

O risco de transmissão se agrava consideravelmente quando o indivíduo doente permanece convivendo normalmente com outras pessoas por semanas ou até meses sem receber diagnóstico ou iniciar o tratamento adequado (Oliveira *et al.*, 2010). Nesses casos, a pessoa continua a expelir os bacilos no ambiente, contribuindo silenciosamente para a propagação da doença, especialmente em locais fechados, pouco ventilados e com grande concentração de pessoas (Seiscento, 2012). Essa situação representa um grande desafio para a saúde pública, reforçando a importância do diagnóstico precoce e do tratamento imediato como formas eficazes de controlar a disseminação da tuberculose (Ferreira *et al.*, 2013).

1.3 Sintomas

A tuberculose apresenta um espectro clínico bastante amplo, o que dificulta o reconhecimento precoce da doença. De acordo com Martins e Miranda (2023), os sintomas iniciais são muitas vezes inespecíficos e semelhantes a outras infecções respiratórias, o que contribui para atrasos no diagnóstico. Entre as manifestações mais recorrentes, destacam-se a tosse persistente por mais de três semanas, febre baixa, sudorese noturna, perda de peso não explicada e fadiga. Esses sinais, quando analisados em conjunto, devem servir como indicativos de investigação mais detalhada.

Segundo Kozakevich e Silva (2015), a evolução da tuberculose é lenta e progressiva, com sintomas que se intensificam ao longo do tempo. A tosse,

inicialmente seca, tende a se tornar produtiva, acompanhada de secreções mucosas ou purulentas. Em estágios mais avançados, pode ocorrer hemoptise, caracterizada pela presença de sangue no escarro, decorrente do comprometimento do tecido pulmonar, a dor torácica, geralmente associada ao envolvimento da pleura, pode surgir já nas fases iniciais, visto que os alvéolos infectados estão próximos à superfície pleural.

Seiscento (2012) reforça que a apresentação clínica da tuberculose não se limita ao sistema respiratório. A depender do órgão acometido, o quadro pode incluir manifestações extrapulmonares, como linfadenomegalias, meningite tuberculosa, artrite e comprometimento renal. Essa variabilidade reforça a necessidade de uma abordagem diagnóstica abrangente, que considere não apenas os sintomas pulmonares clássicos, mas também sinais sistêmicos e manifestações atípicas.

Nogueira e Miguel (2013) observam ainda que a tosse persistente deve ser encarada como um dos principais sinais de alerta, especialmente em populações de risco, como imunossuprimidos, pessoas em situação de vulnerabilidade social e indivíduos com histórico de contato com portadores da doença. A persistência desse sintoma por mais de três semanas deve motivar a investigação imediata, uma vez que o atraso no diagnóstico não apenas agrava o prognóstico do paciente, mas também favorece a continuidade da cadeia de transmissão.

1.4 Diagnóstico

As variações detectáveis em exames laboratoriais da tuberculose possuem sensibilidade limitada e caráter inespecífico (Kozakevich; Silva, 2015). O hemograma pode apresentar resultados normais (Campos, 2006). As alterações hematológicas mais frequentes são a anemia e a leucocitose, que aparecem em cerca de 10% dos casos; a anemia geralmente é do tipo normocrômica e normocítica, enquanto a leucocitose costuma ser leve, com desvio na fórmula, apresentando frequentemente linfocitose e monocitose (Martins; Miranda, 2023).

Os marcadores bioquímicos de infecção, como a velocidade de sedimentação e a proteína C reativa, costumam estar levemente ou moderadamente elevados, e a hiponatremia, que afeta cerca de 11% dos pacientes, ocorre devido à liberação da hormona anti-diurética no pulmão afetado (Cantalino, 2017).

A tuberculose pulmonar quase sempre apresenta alterações visíveis na radiografia de tórax. Praticamente qualquer mudança radiológica, ou até mesmo uma radiografia que pareça normal, pode estar associada à tuberculose (Campos, 2006).

Segundo Lopes (2010) a avaliação médica completa voltada para a identificação da tuberculose ativa é um processo minucioso e composto por diversas etapas fundamentais, que têm como objetivo estabelecer um diagnóstico preciso e orientar o tratamento adequado. Inicialmente, realiza-se a anamnese, ou seja, a coleta detalhada do histórico clínico do paciente, considerando fatores como sintomas atuais, histórico de contato com pessoas infectadas, presença de comorbidades, condições socioeconômicas e hábitos de vida que possam aumentar a vulnerabilidade à infecção (Oliveira *et al.*, 2010). Em seguida, é feito o exame físico, no qual o profissional de saúde observa sinais clínicos compatíveis com a doença, como tosse persistente, febre, sudorese noturna, perda de peso e fraqueza (Mourão, 2018).

Além dessas etapas iniciais, é imprescindível a realização de exames laboratoriais e de imagem (Raimundo; Cunha, 2020). Um dos exames laboratoriais mais comuns e importantes é a baciloscopia de escarro (BK), que permite a detecção direta do *Mycobacterium tuberculosis* por meio da análise do escarro do paciente em microscopia (Ferri *et al.*, 2014).

De acordo com Capone; Capone; Souza (2002), a baciloscopia é um método de diagnóstico bastante utilizado na saúde pública, pois é rápido e de baixo custo. No entanto, ela tem suas limitações, por exemplo, o exame só consegue detectar a doença quando há uma quantidade significativa de bacilos, aproximadamente 5.000 por centímetro cúbico, logo aumenta a chance de resultados falsos-negativos, ou seja, quando a pessoa está infectada, mas o exame não consegue identificar (Martins; Miranda, 2023). O resultado negativo pode acontecer tanto no começo da doença, já que o crescimento do bacilo é lento, quanto em pessoas que têm uma resposta imunológica forte, que consegue controlar a infecção e reduzir a quantidade de bacilos no corpo (Ferri *et al.*, 2014).

Também são solicitados exames de sangue complementares, como dosagens de albumina, hemoglobina, hematócrito, velocidade de hemossedimentação (VHS) e proteína C reativa (PCR), que auxiliam na avaliação do estado inflamatório e nutricional do indivíduo, além de fornecerem indícios da gravidade da infecção (Costa *et al.*, 2017).

No que diz respeito aos exames de imagem, destaca-se a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) como a ferramenta mais eficaz para analisar os padrões radiológicos presentes nos pulmões de pacientes com tuberculose pulmonar (Oliveira *et al.*, 2010).

A tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) pode ser recomendada para investigar pacientes com sintomas respiratórios que tiveram resultados negativos para BAAR no escarro, aqueles que não conseguem fornecer material para exames bacteriológicos ou quando a radiografia não fornece informações suficientes para o diagnóstico (Mourão, 2018).

As principais alterações observadas na tomografia incluem a presença de nódulos nos espaços aéreos ou nódulos acinares, frequentemente acompanhados por ramificações lineares, formando um padrão semelhante a uma árvore em brotamento, essas alterações podem aparecer na radiografia do tórax em cerca de metade dos casos de tuberculose ativa, mas a TCAR consegue identificá-las em até 98% dos casos (Capone; Capone; Souza, 2002).

De acordo com Ferri *et al.* (2014), o diagnóstico conclusivo de tuberculose ocorre por meio da identificação dos bacilos de Koch (BKs) em uma amostra biológica, utilizando técnicas como baciloscopia, cultura ou métodos moleculares. As amostras comumente enviadas para a detecção dos BKs incluem escarro, lavado brônquico, lavado broncoalveolar e outras amostras do sistema respiratório (Raimundo; Cunha, 2020).

O paciente deve ser orientado sobre a técnica correta de coleta de expectoração, além de ser instruído a encaminhá-la rapidamente ao laboratório, caso não seja possível, a amostra deve ser armazenada em uma temperatura entre 4 e 5°C, por no máximo cinco dias, a coleta deve ser feita em um frasco estéril, de boca larga e com tampa rosqueável, para evitar vazamentos, recomenda-se a coleta de duas amostras de expectoração em dias consecutivos, após uma tosse profunda e produtiva, com um volume mínimo de 5 mL, preferencialmente no início da manhã e por três dias seguidos (Ferri *et al.*, 2014).

1.5 Tomografia e tuberculose

O diagnóstico por imagem representa um recurso indispensável no acompanhamento de doenças pulmonares, incluindo a tuberculose, por permitir a visualização detalhada de alterações estruturais que muitas vezes não são identificadas por meio de exames clínicos ou laboratoriais. O ultrassom, por exemplo, configura-se como uma técnica de grande versatilidade, de baixo custo e fácil aplicabilidade, não exigindo o uso de radiação ionizante, o que o torna um método seguro e não invasivo. Segundo Lima, André e Santos (2013), essa modalidade diagnóstica permite a obtenção de imagens em tempo real, fundamentais para avaliar a movimentação de órgãos e tecidos. Entretanto, apresenta limitações no estudo do parênquima pulmonar devido à interferência das estruturas gasosas, sendo mais empregado na análise de complicações pleurais associadas à tuberculose.

Durante a realização da ultrassonografia, podem ser observados artefatos, que são imagens geradas pela interação inadequada do feixe sonoro com os tecidos. Esses artefatos, como reverberação, sombra acústica ou reforço posterior, embora possam induzir a erros interpretativos, também são úteis na diferenciação de determinadas lesões, funcionando como marcadores diagnósticos em algumas situações clínicas (Ferri *et al.*, 2014). Ainda assim, o ultrassom tem aplicação limitada nos casos pulmonares de tuberculose, servindo sobretudo como método auxiliar.

Por sua vez, a ressonância magnética (RM) tem ganhado destaque na prática clínica por sua capacidade de diferenciar tecidos com alto grau de precisão, além de não empregar radiação ionizante. Conforme destaca Mazzola (2009), a técnica baseia-se na interação entre o campo magnético gerado pelo equipamento e os prótons de hidrogênio do organismo, resultando em sinais que, após processados, produzem imagens de alta resolução. Embora a ressonância seja amplamente utilizada em diversas áreas médicas, na tuberculose seu uso permanece restrito, sendo mais indicada em casos de comprometimento extrapulmonar, como no sistema nervoso central, onde a diferenciação tecidual é essencial.

No âmbito específico da tuberculose pulmonar, a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) desponta como o método mais eficaz para a identificação de alterações parenquimatosas típicas da infecção. De acordo com Mello (2011), a TCAR permite visualizar padrões radiológicos característicos, como os nódulos centrolobulares associados a ramificações lineares, que configuram o aspecto

conhecido como “árvore em brotamento”, fortemente sugestivo de tuberculose ativa. Esse método mostra-se particularmente útil em situações em que a radiografia de tórax apresenta achados inespecíficos ou quando os exames bacteriológicos resultam negativos, contribuindo para a definição diagnóstica e para a avaliação da extensão da doença.

Além de seu papel no diagnóstico, a tomografia é fundamental no monitoramento da resposta terapêutica, possibilitando acompanhar a regressão das lesões e a eventual formação de sequelas, como fibroses ou bronquiectasias. Assim, observa-se que, embora diferentes métodos de imagem tenham aplicações específicas, a TCAR constitui a principal ferramenta radiológica no contexto da tuberculose pulmonar, integrando-se aos exames clínicos e laboratoriais para garantir maior precisão no processo diagnóstico e prognóstico da doença.

Figura 1 – Aparelho de ressonância magnética



Fontes: autora do trabalho (2025).

Cerca de dois anos após os primeiros trabalhos pioneiros de Roentgen, a primeira aplicação prática dos raios-x foi na visualização das estruturas ósseas, esses raios permitiram que a fotografia fosse usada para fins médicos e clínicos (Ferri *et al.*, 2014).

Nunca antes a anatomia tinha sido estudada dessa maneira, especialmente com pessoas vivas, sejam elas saudáveis ou não, a primeira radiografia na área clínica foi realizada em um hospital de Birmingham, na Inglaterra, em fevereiro de 1896, ainda naquele mesmo ano, os hospitais já tinham departamentos de radiologia, no começo as imagens de raios-x não eram imediatamente reconhecidas era preciso que médicos

ou operadores passassem por treinamento para interpretá-las corretamente, além de estudar ossos e identificar cálculos que são formações que aparecem em alguns órgãos internos, a capacidade de localizar corpos estranhos inseridos no corpo também foi um avanço impressionante, facilitando bastante as cirurgias para removê-los (Lima; Afonso, 2009).

Além dessas aplicações médicas que são bem conhecidas, os médicos logo perceberam que essa radiação tinha potencial para uso na terapia, ajudando no tratamento de tumores malignos e na resolução de problemas que, até então, só poderiam ser resolvidos por cirurgia, de modo geral, acreditava-se que os raios-x seriam uma ferramenta revolucionária e quase milagrosa para combater diversas doenças na medicina (Lima; Afonso, 2009).

Figura 2 – Aparelho de Raio X.



Fontes: autora do trabalho (2025).

A tomografia computadorizada passou por um processo de desenvolvimento notavelmente acelerado ao longo das últimas décadas, tanto no que diz respeito aos avanços tecnológicos quanto à ampliação de suas aplicações na prática clínica (Santos Junior; Jansonny; Fonseca, 2020).

A constante modernização dos equipamentos de tomografia, aliada à introdução dos aparelhos multidetectores capazes de adquirir imagens com maior rapidez e resolução e ao uso crescente de meios de contraste iodados, proporcionou um progresso expressivo na qualidade dos exames diagnósticos, esse aprimoramento tornou possível a obtenção de imagens mais precisas e detalhadas dos diversos órgãos e sistemas do corpo humano, incluindo a análise minuciosa de suas estruturas

vasculares e das manifestações morfológicas e funcionais de diferentes patologias (Lima; André e Santos, 2013).

Esse avanço tecnológico contribuiu significativamente para a melhoria na acurácia diagnóstica, beneficiando tanto os profissionais da saúde quanto os pacientes, que passaram a ter acesso a diagnósticos mais rápidos, completos e eficazes, no entanto essa evolução também trouxe consigo um aspecto preocupante o aumento substancial da exposição da população à radiação ionizante. Esse aspecto está relacionado ao fato de que a tomografia computadorizada utiliza doses de radiação consideravelmente mais elevadas do que aquelas empregadas na radiologia convencional, como nos exames de raios X simples (Ferri *et al.*, 2014).

A maior disponibilidade desses equipamentos em hospitais, clínicas e centros de diagnóstico por imagem, juntamente com a ampliação das indicações clínicas para seu uso, contribuiu para um crescimento expressivo no número de exames realizados, consequentemente houve um impacto direto sobre os níveis de exposição radiológica da população, suscitando preocupações quanto aos riscos potenciais relacionados à radiação, especialmente em exames repetidos ou desnecessário (Santos Junior; Jansony; Fonseca, 2020).

Figura 3 – Aparelho de tomografia computadorizada.



Fontes: autor do trabalho (2025).

Embora novos tratamentos para a tuberculose estejam em desenvolvimento, as ferramentas para monitorar pacientes em tratamento e medir a gravidade da doença ainda são bastante limitadas, o acompanhamento radiológico dos pacientes e a análise do comprometimento pulmonar são áreas que têm recebido pouca atenção,

os exame mais comum utilizado para avaliar a evolução da doença é o raio X, mas devido à importância da tomografia computadorizada na avaliação de pessoas com problemas pulmonares, os métodos para quantificar o comprometimento pulmonar geralmente são feitos por meio de exames de tomografia (Giacomini *et al.*, 2014).

Figura 4 – Imagem de um Raio X de paciente com tuberculose.



Fonte: Capone; Capone; Souza (2002).

Medir o comprometimento pulmonar é muito importante para avaliar o paciente em várias etapas da evolução e do tratamento da doença (Giacomini *et al.*, 2014). Essa medição também é útil para comparar diferentes tratamentos ou medicamentos, pois permite avaliar de forma quantitativa a eficácia dos métodos, evitando a subjetividade que pode surgir nas análises visuais feitas pelos radiologistas, porém conseguir uma quantificação precisa pode ser difícil devido ao grande número de exames de tomografia computadorizada que são necessários (Seiscento, 2012).

A palavra tomografia se refere à criação de imagens em diferentes camadas ou planos, essa definição se aplica a qualquer equipamento de diagnóstico que produz imagens a partir de cortes, permitindo o exame das estruturas internas do corpo as imagens podem ser geradas em diversos planos, como axial, frontal, lateral ou inclinado, e não mostram sobreposição das estruturas (Mourão, 2018).

Existem vários aparelhos de diagnóstico que permitem a obtenção dessas imagens em cortes, como o ultrassom, a ressonância magnética e a tomografia por emissão de pósitrons (PET), entre outros (Seiscento, 2012).

A entrada do *Mycobacterium tuberculosis* no corpo humano acontece principalmente pelos pulmões, a radiografia do tórax, de forma geral, mostra alguns

dos eventos biopatológicos que ocorrem após o contágio inicial, mesmo com os avanços de outros métodos de imagem, como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, a radiografia ainda desempenha um papel importante na avaliação das doenças torácicas, juntamente com a baciloscopia do escarro, continua sendo o principal método para investigar e acompanhar a tuberculose pulmonar (Capone; Capone; Souza, 2002).

A tomografia computadorizada de múltiplos detectores do tórax é mais sensível do que a radiografia comum e oferece uma melhor avaliação das lesões no pulmão, ajudando a diferenciar os tipos de alterações e a entender melhor a atividade da doença e suas possíveis complicações. A tomografia é especialmente útil para pacientes com suspeita de tuberculose pulmonar que tiveram resultado negativo na baciloscopia (Cunha *et al.*, 2024)

A tuberculose latente é mais comum na infância e, na maioria das vezes, passa despercebida clinicamente, quando apresenta sintomas, pode ser confundida com infecções virais ou bacterianas, às vezes, é possível identificá-la por meio de radiografias que mostram calcificações focais no pulmão ou nos linfonodos regionais hilares e/ou mediastinais (Capone; Capone; Souza, 2002).

A tomografia computadorizada (TC) surgiu no começo dos anos 1970 como uma nova forma de diagnóstico por imagem, com essa tecnologia, foi possível realizar diagnósticos que antes eram difíceis ou até impossíveis, marcando assim um novo capítulo na radiologia e na medicina e esse avanço também deu início à era da radiologia digital, onde as imagens passaram a ser capturadas e processadas por meio de sistemas computadorizados (Mourão, 2018).

A radiografia do tórax é o principal método de imagem utilizado para diagnosticar e acompanhar pacientes com tuberculose, no entanto, a tomografia computadorizada (TC) tem se tornado cada vez mais comum em diversas especialidades médicas, um dos motivos para isso é que a baciloscopia do escarro, que é um exame importante, muitas vezes apresenta resultados negativos em uma quantidade significativa de casos e muitos médicos que atuam na linha de frente têm solicitado a TC como um exame complementar (Capone; Capone; Souza, 2002).

Embora seja bem reconhecido o papel da tomografia no acompanhamento do tratamento e na pesquisa de complicações em pacientes com tuberculose pulmonar, ainda há poucos estudos que relacionem os principais achados encontrados na tomografia com os exames laboratoriais usados para confirmar o diagnóstico, poucos

trabalhos que avaliem a capacidade preditiva desses achados na tomografia e sua importância na gestão desses pacientes, principalmente em regiões com alta incidência da doença e recursos públicos limitados para enfrentá-la (Cunha *et al.*, 2024).

A TCAR, ao contrário da radiografia, consegue mostrar mudanças em pequenas estruturas dos pulmões, como o lóbulo secundário, as alterações mais comuns que aparecem na tomografia em casos de tuberculose incluem nódulos centrolobulares, nódulos no espaço aéreo ou acinares, áreas de consolidação lobar ou opacidades em vidro fosco, cavidades e mudanças nas vias aéreas, que se manifestam como espessamento das paredes, dilatação e aproximação dos brônquios, os nódulos no espaço aéreo que estão associados a ramificações lineares formam um padrão conhecido como árvore em brotamento embora esse padrão não seja exclusivo, ele é a alteração tomográfica mais indicativa de que a doença está ativa (Capone; Capone; Souza, 2002).

Figura 5 – Imagens de tomografia com tuberculose.



Fonte: Capone; Capone; Souza (2002).

Esse mesmo padrão também pode ser observado em casos de sinusotraqueobronquites, bronquiectasias, broncopneumonias, obstrução endobrônquica, pneumonias aspirativas e micoses pulmonares sistêmicas, entre outras condições. É essencial avaliar a TC dentro de um contexto clínico e epidemiológico, o que ajuda a reduzir as chances de erro no diagnóstico (Capone; Capone; Souza, 2002).

As principais aplicações da TC são em estudos relacionados ao sistema nervoso central e periférico, ao sistema digestivo e ao sistema musculoesquelético, como a tomografia utiliza raios X como fonte de energia, é importante ter atenção aos

níveis de radiação usados nos exames, estabelecendo limites para sua aplicação e uso (Cantalino, 2017).

A tomografia de alta resolução (TCAR), tem mostrado uma sensibilidade maior e isso já foi amplamente registrado na literatura médica e esse método se destaca como uma ferramenta diagnóstica valiosa em situações específicas, a TCAR é recomendada para pacientes com sintomas respiratórios que apresentem baciloscopia do escarro negativa, para aqueles suspeitos de tuberculose cujas radiografias do tórax são normais ou mostram alterações duvidosas, e também em casos de doença difusa (Capone; Capone; Souza, 2002).

As radiografias feitas no aparelho tradicional de raios X e a tomografia computadorizada (TC) também utiliza a atenuação do feixe de raios X (Mourão, 2018). Na tomografia a imagem não é criada diretamente em um filme radiográfico; ela é gerada digitalmente por um computador e depois de capturada, a imagem pode passar por ajustes, como alterações de contraste, brilho e intensidade, antes de ser impressa em um suporte físico, o tratamento dessas imagens permite criar representações volumétricas e subtrair estruturas, tornando essa tecnologia ainda mais versátil (Mourão, 2018).

As sequelas da tuberculose são as complicações que aparecem após a pessoa se recuperar da doença, essas marcas que ficam no pulmão acontecem por causa dos danos causados pela TB na estrutura dos brônquios e do tecido pulmonar (Cantalino, 2017).

Essas alterações permanentes são chamadas de sequelas pulmonares e podem incluir mudanças como distorções nos vasos e brônquios, bronquiectasias, enfisema e fibrose, que são alterações na estrutura do pulmão causadas pela doença, de acordo com a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, as sequelas radiográficas da TB representam uma reação fibrótica no pulmão, que pode variar de uma lesão mínima até uma mais avançada, as sequelas pulmonares envolvem mudanças na estrutura ou na função dos pulmões que permanecem após a cura da tuberculose (Costa *et al.*, 2017).

2 ATUAÇÃO DO BIOMÉDICO IMAGENOLOGISTA

O biomédico é um profissional com formação multidisciplinar que atua em diversas áreas do diagnóstico laboratorial e por imagem. No campo da imagiologia,

sua atuação tem se consolidado nas últimas décadas, acompanhando os avanços tecnológicos dos métodos de diagnóstico por imagem, como a radiologia, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. De acordo com Raimundo e Cunha (2020), a Lei nº 6.684/79 e o Decreto nº 88.439/83 regulamentam a atuação do biomédico em centros de radiodiagnóstico, permitindo-lhe desenvolver atividades técnicas e científicas voltadas ao diagnóstico por imagem.

A área da imagiologia é de fundamental importância para a Biomedicina, pois permite que o profissional desempenhe funções diretamente relacionadas ao diagnóstico clínico e ao acompanhamento terapêutico dos pacientes. Costa *et al.* (2017) destacam que o biomédico pode operar equipamentos avançados de imagem, interpretar resultados de exames e participar ativamente da equipe multiprofissional, contribuindo para a precisão dos diagnósticos e para a melhoria da assistência em saúde.

O biomédico imagiologista possui competências específicas que englobam desde a operação de equipamentos de tomografia computadorizada e ressonância magnética até a realização de protocolos técnicos que garantem a qualidade das imagens obtidas. Segundo Raimundo e Cunha (2020), esse profissional é capaz de adequar técnicas, manipular softwares de reconstrução de imagens e realizar o pós-processamento dos exames, garantindo maior acurácia no diagnóstico.

Além da atuação técnica, o biomédico desempenha um papel essencial na humanização do atendimento. Costa *et al.* (2017) apontam que o profissional deve estar apto a estabelecer um diálogo com o paciente, explicando os procedimentos, orientando sobre o uso de contrastes e minimizando o desconforto durante a realização dos exames. Essa relação contribui para a adesão ao diagnóstico e para o fortalecimento da confiança entre paciente e equipe de saúde.

Com os avanços tecnológicos, a tomografia computadorizada ganhou destaque como uma das áreas mais promissoras de atuação do biomédico. Mourão (2018) ressalta que a introdução de tomógrafos multidetectores e o uso de softwares de reconstrução volumétrica ampliaram as possibilidades de análise das estruturas internas do corpo humano. Nesse contexto, o biomédico deve estar constantemente atualizado para operar tais equipamentos e interpretar as imagens obtidas de maneira eficiente.

Outra área de inserção importante é a ressonância magnética, método que não utiliza radiação ionizante e possibilita a obtenção de imagens com alta definição

tecidual. De acordo com Mazzola (2009), a ressonância magnética revolucionou o diagnóstico por imagem ao permitir a avaliação detalhada da anatomia e da fisiologia, exigindo dos biomédicos conhecimentos em física médica, biologia e interpretação clínica. Isso reforça a necessidade de constante atualização e formação continuada do profissional.

A medicina nuclear também representa um campo de atuação do biomédico imaginologista. Segundo Costa *et al.* (2017), o profissional pode operar equipamentos de PET-CT e SPECT, realizar protocolos de dosimetria e contribuir para o diagnóstico funcional de doenças metabólicas, cardíacas e oncológicas. A atuação nesse setor exige conhecimentos específicos sobre radiofármacos, proteção radiológica e legislação em saúde, garantindo a segurança do paciente e do profissional.

No âmbito hospitalar, o biomédico imaginologista atua em equipes multiprofissionais, auxiliando médicos radiologistas, físicos médicos e técnicos de enfermagem. Raimundo e Cunha (2020) afirmam que esse trabalho colaborativo é essencial para garantir a qualidade dos exames, desde a preparação do paciente até a análise final das imagens. O biomédico contribui, assim, para a integração entre diferentes áreas do conhecimento, potencializando o diagnóstico clínico.

O avanço da informática aplicada à saúde trouxe novos desafios à atuação do biomédico. Mourão (2018) aponta que softwares de processamento de imagens e inteligência artificial têm sido incorporados aos sistemas de tomografia e ressonância, exigindo do profissional habilidades digitais para manipular dados, realizar reconstruções tridimensionais e integrar informações em plataformas digitais. Essa realidade mostra que a formação do biomédico precisa acompanhar o ritmo acelerado das inovações tecnológicas.

Outro aspecto relevante é a responsabilidade ética do biomédico na área de imaginologia. Silva *et al.* (2017) destacam que o profissional deve atuar com base em princípios éticos e científicos, garantindo a confidencialidade dos dados do paciente e a fidedignidade dos laudos técnicos. A ética profissional assegura não apenas a qualidade dos serviços prestados, mas também a credibilidade do biomédico frente à sociedade e à comunidade científica.

No campo da pesquisa, a atuação do biomédico imaginologista também se mostra significativa. Segundo Giacomini *et al.* (2014), a utilização de métodos de imagem no acompanhamento de doenças pulmonares, como a tuberculose, possibilita o desenvolvimento de estudos que avaliam a eficácia de tratamentos e a evolução

clínica dos pacientes. Dessa forma, o biomédico contribui para a produção científica e para a melhoria das práticas assistenciais.

Por fim, ressalta-se que a atuação do biomédico imagiologista vai além do aspecto técnico, envolvendo também a educação em saúde e a formação de novos profissionais. Raimundo e Cunha (2020) afirmam que o biomédico pode atuar no ensino superior, ministrando disciplinas relacionadas ao diagnóstico por imagem e contribuindo para a formação de futuros profissionais qualificados. Assim, sua função abrange tanto a prática clínica quanto a área acadêmica, ampliando sua relevância social e científica.

REFERÊNCIAS

- BENTO, João; SILVA, Anabela Santos; RODRIGUES, Filomena; DUARTE, Raquel. Métodos diagnósticos em tuberculose. **Acta Médica Portuguesa**, Lisboa, v. 24, p. 145-154, 2011. Disponível em: <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/333>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- CAMPOS, H. S. **Diagnóstico da tuberculose**. Pulmão RJ, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 92-99, 2006. Disponível em: https://www.soptej.com.br/wp-content/themes/soptej/docs/publicacoes/curso_tuberculose_3.pdf. Acesso em: 29 jul. 2025.
- CANTALINO, Juliana Leal Ribeiro. **Sequelas da tuberculose pulmonar**: magnitude, gravidade e fatores associados. 2017. 156 f. Tese (Doutorado em Medicina e Saúde) – Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <https://share.google/EZ1zAY6tluJG62Ltc/>. Acesso em: 10 out. 2025.
- CAPONE, D.; CAPONE, R. B.; SOUZA, R. L. P. Diagnóstico por imagem da tuberculose. **Jornal de Pneumologia**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/D57bM7F5fR5L5z5fR5j5j5/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- COSTA, Guilherme da *et al.* Inserção do biomédico na área da imagenologia em hospitais e clínicas no Rio Grande do Sul. **Revista Saúde.Com**, Jequié, BA, v. 13, n. 3, p. 951-955, 2017. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rsc/article/view/3328>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- CUNHA, Daniel Lopes da *et al.* Relevância da correlação entre achados tomográficos e laboratoriais na precisão diagnóstica da tuberculose pulmonar. **Radiol. Bras.**, São Paulo, v. 57, n. 2, p. 202-207, mar./abr. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2023.0079>. Acesso em: 23 set. 2025.
- FERREIRA, Aurigene Antunes de Araujo *et al.* Os fatores associados à tuberculose

pulmonar e a baciloscopia: uma contribuição ao diagnóstico nos serviços de saúde pública. **Revista de Pesquisa em Saúde**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 142-147, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/s6dgY5Nf8T76ggFcy6wZPNr/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

FERRI, A. O. *et.al*. Diagnóstico da tuberculose: uma revisão. **Revista Liberato**, v. 15, n. 24, p. 145-154, 2014. Disponível em: <https://revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/317/219/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

GIACOMINI, Guilherme *et.al*. Quantificação de comprometimento pulmonar em radiografias de tórax. **Revista Brasileira de Física Médica**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 6-9, 2014. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/303/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

KOZAKEVICH, Gabriel Vilella; SILVA, Rosemeri Maurici da. Tuberculose: revisão de literatura. **ACM Arquivos Catarinenses de Medicina**, Florianópolis, v. 44, n. 4, p. 1-14, 2015. Disponível em: <https://revista.acm.org.br/index.php/arquivos/article/view/46/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

LIMA, Joice S. L.; ANDRÉ, Alexandra; SANTOS, Antônio C. Reprodução e estudo de artefatos no ultrassom. **Revista Brasileira de Física Médica**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 205, 2013. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/274/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

LOPES, Alberto Oliveira. Tuberculose: um problema de saúde pública – causas do abandono do tratamento. São Paulo, 29 maio 2010. Disponível em: <https://share.google/nMggcZIIYjQNNFTkA/>. Acesso em: 10 out. 2025.

MARTINS, Vanessa de Oliveira; MIRANDA, Camila Vicente de. Diagnóstico e tratamento medicamentoso em casos de tuberculose pulmonar: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Saúde Multidisciplinar da Faculdade Morgana Potrich**, Mineiros, GO, v. 1, n. 10, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://share.google/cDuPIMwPpdwjn58vC/>. Acesso em: 10 out. 2025.

MAZZOLA, Alessandro A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **Revista Brasileira de Física Médica**, São paulo, v. 3, n. 1, p. 17-29, 2009. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/51/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

MELLO, Fernanda C. de Q. Abordagem Diagnóstica da Tuberculose Pulmonar. **Revista AMRIGS**, Porto Alegre, v. 55, n. 1, p. 79-85, jan.-mar. 2011. Disponível em: http://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/sopterj_redesign_2017/revista/2012/n_01/07.pdf/. Acesso em: 29 jul. 2025.

MOURÃO, Arnaldo Prata. **Tomografia computadorizada: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Difusão Editora, 2018. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Tomografia_computadorizada/ZjinDwAAQB

[AJ?hl=pt-PT&gbpv=1&pg=PT5&printsec=frontcover/](#) Acesso em: 10 out. 2025.

NOGUEIRA, Joseli Maria da Rocha; MIGUEL, Lucieny de Faria Souza. **Bacteriologia**. Cap. 3. Rio de Janeiro, 1. ed., p. 1-178, 2013. Disponível em: <https://share.google/Gk3pP1k7vxT0dwlMq/>. Acesso em: 10 out. 2025.

OLIVEIRA, Marcela de *et.al*. Relação entre imagens de tomografia computadorizada e exames séricos no diagnóstico da tuberculose. **Revista Brasileira de Física Médica**, São paulo, 2010. Disponível em: <https://inis.iaea.org/records/2ya6t-ec368/files/48047260.pdf?download=1/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

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**, Formiga, MG, v. 15, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W3033977353>. Acesso em: 19 ago. 2025.

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**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 46-51, 2020. Disponível em: <https://periodicosapm.emnuvens.com.br/rdt/article/view/339>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SEISCENTO, M. **Tuberculose em Situações Especiais: HIV, Diabetes Mellitus e Insuficiência Renal**. Pulmão RJ, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 23-26, 2012. Disponível em: http://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/sopterj_redesign_2017/revista/2012/n_01/06.pdf/ Acesso em: 05 Ago. 2025.

SILVA, Fabiana Divina da *et.al*. Ética na pesquisa científica: revisão integrativa. **Perspectivas em Psicologia**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 93-105, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/perspectivasempsicologia/article/view/38926/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SILVA LIMA, Rodrigo da; AFONSO, Julio Carlos. Raios-X: fascinação, medo e ciência. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 263-270, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/xtjYm7RZvYjTyGf5zJJjgCQ/>. Acesso em: 09 jun. 2025.

TEIXEIRA, Daniel Azevedo. **Microbiologia básica**. Teófilo Otoni, ago. 2020. Disponível em: <https://share.google/OPXaC6Vsc3U5tyeBo/>. Acesso em: 10 out. 2025.

WILDNER, Letícia Muraro *et.al*. Micobactérias: epidemiologia e diagnóstico. **Revista Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública**, Goiânia, v. 20, n. 1, p. 1-24, jan./dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/15972/9822/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA AVALIAÇÃO E DETECÇÃO DE LESÕES PULMONARES POR TUBERCULOSE

POLONI, S. I.¹

FERREIRA, L.C.²

RESUMO

A tuberculose continua a representar um desafio relevante para a saúde pública mundial, apesar da existência de tratamento eficaz há mais de meio século. A dificuldade em seu controle está relacionada, principalmente, à transmissão aérea, ao diagnóstico tardio e às limitações de métodos tradicionais, como a baciloscopia e a cultura. Nesse contexto, a tomografia computadorizada, especialmente a de alta resolução (TCAR), apresenta-se como um recurso diagnóstico essencial. Este trabalho tem como objetivo analisar a importância da tomografia no diagnóstico da tuberculose, destacando sua contribuição para a detecção precoce, a avaliação da extensão da doença e o auxílio na conduta clínica. Para isso, realizou-se uma revisão integrativa da literatura em bases científicas nacionais e internacionais. Os resultados evidenciam que a tomografia oferece maior sensibilidade e precisão na identificação de alterações pulmonares, como cavitações, consolidações e padrão de árvore em brotamento, mesmo em casos com baciloscopia negativa ou radiografias inconclusivas. Conclui-se que a tomografia computadorizada é uma ferramenta fundamental no diagnóstico e acompanhamento da tuberculose, ampliando a capacidade de diferenciação em relação a outras patologias pulmonares e contribuindo para estratégias mais eficazes de controle da doença. Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão de literatura, buscando publicações científicas em plataformas confiáveis, como o Google Acadêmico e a SciELO (Scientific Electronic Library Online). Foram considerados trabalhos publicados entre 2002 e 2024.

Palavras-chave: Tuberculose. Tomografia. Diagnóstico por imagem.

ABSTRACT

Tuberculosis continues to represent a relevant challenge for global public health, despite the availability of effective treatment for more than half a century. The difficulty in controlling the disease is mainly related to airborne transmission, delayed diagnosis, and the limitations of traditional methods such as smear microscopy and culture. In this context, computed tomography, especially high-resolution computed tomography

¹ Samantha Isoyama Poloni. Acadêmica do Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR. 2025. Email – samantha.i.poloni@gmail.com

² Luciano Cesar Ferreira. Orientador da pesquisa. Docente Especialista do Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR. 2025. Email – luciano.cesar107@gmail.com

(HRCT), has emerged as an essential diagnostic tool. This study aims to analyze the importance of computed tomography in the diagnosis of tuberculosis, emphasizing its contribution to early detection, assessment of disease extent, and support in clinical decision-making. An integrative literature review was conducted using national and international scientific databases. The results show that computed tomography provides greater sensitivity and accuracy in identifying pulmonary alterations, such as cavitations, consolidations, and tree-in-bud patterns, even in cases with negative smear tests or inconclusive chest X-rays. It is concluded that computed tomography is a fundamental tool in the diagnosis and follow-up of tuberculosis, enhancing differentiation from other pulmonary diseases and contributing to more effective strategies for disease control. This research was developed through a literature review, searching for scientific publications on reliable platforms such as Google Scholar and SciELO (Scientific Electronic Library Online). Works published between 2002 and 2024 were considered.

Keywords: Tuberculosis; Computed tomography; Imaging diagnosis.

INTRODUÇÃO

A tuberculose é transmitida de uma pessoa para outra quando um paciente infectado tosse, fala ou espirra perto de outras pessoas, liberando aerossóis que contêm os bacilos da doença, esses bacilos ficam presentes no ambiente, mas apenas as gotículas desidratadas que têm de 1 a 2 bacilos são capazes de alcançar os brônquios e alvéolos pulmonares, dando início a um processo infeccioso e em pouco tempo, o sistema imunológico é ativado e os macrófagos alveolares começam a combater os bacilos de Koch (Martins; Miranda, 2023).

A tuberculose se manifesta como uma doença infecciosa, o diagnóstico é confirmado pela identificação do bacilo de Koch (BK) em amostras da lesão. Até recentemente, isso só era feito através de exames bacteriológicos, especialmente a cultura (Campos, 2006).

De acordo com Lopes (2010), a tuberculose é uma infecção seria e contagiosa, causada por uma bactéria chamada *Mycobacterium tuberculosis*, popularmente conhecido como bacilo de Koch. Esse agente patogênico é transmitido de um indivíduo para outro, principalmente por meio da inalação de gotículas contaminadas que são expelidas no ar durante atividades comuns como falar, tossir ou espirrar (Oliveira *et al.*, 2010). Quando uma pessoa infectada realiza essas ações, ela libera pequenas partículas que podem conter o bacilo, colocando outras pessoas ao seu redor em risco de contágio (Kozakevich; Silva, 2015).

A tuberculose pulmonar quase sempre apresenta alterações visíveis na radiografia de tórax. Praticamente qualquer mudança radiológica, ou até mesmo uma radiografia que pareça normal, pode estar associada à tuberculose (Campos, 2006).

No que diz respeito aos exames de imagem, destaca-se a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) como a ferramenta mais eficaz para analisar os padrões radiológicos presentes nos pulmões de pacientes com tuberculose pulmonar (Oliveira *et al.*, 2010).

A radiografia de tórax é o principal exame de imagem para o diagnóstico e acompanhamento da tuberculose, mas a tomografia computadorizada, especialmente a de alta resolução (TCAR), tem ganhado destaque por sua maior sensibilidade (Capone; Capone; Souza, 2002). A TCAR é indicada em casos de sintomas respiratórios com baciloscopia negativa, suspeita de tuberculose sem alterações claras na radiografia, necessidade de avaliação detalhada do mediastino, doenças difusas, alterações endobrônquicas e em pacientes com sequelas que podem exigir cirurgia (Capone; Capone; Souza, 2002).

O presente trabalho tem como objetivo analisar a importância da tomografia computadorizada como ferramenta complementar no diagnóstico da tuberculose, destacando sua contribuição para a identificação precoce, avaliação da extensão da doença e auxílio na conduta clínica.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa realizada usando uma abordagem qualitativa, com o objetivo de entender, descrever e analisar a importância da tomografia computadorizada no diagnóstico da tuberculose, considerando uma perspectiva interpretativa e contextualizada.

Esta pesquisa foi feita através de uma revisão de literatura, buscando publicações científicas em plataformas confiáveis, foram utilizados o Google Acadêmico e a SCIELO (Scientific Eletronic Library Online). Foi utilizados trabalhos no período de 2002 a 2024, abrangendo estudos clássicos e recentes sobre o diagnóstico da tuberculose e o uso da tomografia computadorizada como ferramenta complementar.

Serão consideradas para inclusão as produções científicas escritas em

português ou inglês, que tenham o texto completo disponível em formato eletrônico e que abordem o tema sugerido. Por outro lado, ficarão de fora trabalhos que não estejam relacionados ao tema ou cujo texto completo não esteja acessível em formato digital.

Foram utilizados termos como tomografia computadorizada, tuberculose pulmonar, diagnóstico por imagem e radiologia, combinados com operadores booleanos (AND e OR), nas plataformas Google Acadêmico e SciELO. Foram excluídos trabalhos em que não abordavam o tema e que não eram gratuitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *Mycobacterium tuberculosis*, agente causador da tuberculose, é uma bactéria que pertence ao grupo das actinobactérias, dentro do domínio das eubactérias (Kozakevich; Silva, 2015). Trata-se de um bacilo imóvel, sem cápsula, que não forma esporos nem cria colônias, com dimensões que variam de 0,2 a 0,6 por 1 a 10 micrômetros. Esses bacilos costumam formar agrupamentos característicos, com ramos longos e tortuosos, conhecidos como cordas, o que é uma característica importante para sua visualização e diferenciação em análises microscópicas.

Esse agente patogênico é transmitido de um indivíduo para outro, principalmente por meio da inalação de gotículas contaminadas que são expelidas no ar durante atividades comuns como falar, tossir ou espirrar (Oliveira *et al.*, 2010). Quando uma pessoa infectada realiza essas ações, ela libera pequenas partículas que podem conter o bacilo, colocando outras pessoas ao seu redor em risco de contágio (Kozakevich; Silva, 2015).

É fundamental compreender que o risco de infecção por *Mycobacterium tuberculosis* não é uniforme e depende de diversos fatores, como a carga bacilar presente no ambiente, a proximidade com a pessoa infectada e a duração da exposição (Ferreira *et al.*, 2013). Por exemplo, durante uma simples conversa de cerca de cinco minutos, um indivíduo com tuberculose ativa pode liberar aproximadamente 3.000 gotículas contaminadas no ar (Lopes, 2010). Esse número pode aumentar significativamente em episódios de espirro, que têm o potencial de espalhar uma quantidade muito maior de partículas infecciosas em um curto intervalo de tempo (Mello, 2011).

A tuberculose apresenta um espectro clínico bastante amplo, o que dificulta o reconhecimento precoce da doença. De acordo com Martins e Miranda (2023), os sintomas iniciais são muitas vezes inespecíficos e semelhantes a outras infecções respiratórias, o que contribui para atrasos no diagnóstico. Entre as manifestações mais recorrentes, destacam-se a tosse persistente por mais de três semanas, febre baixa, sudorese noturna, perda de peso não explicada e fadiga. Esses sinais, quando analisados em conjunto, devem servir como indicativos de investigação mais detalhada.

Segundo Kozakevich e Silva (2015), a evolução da tuberculose é lenta e progressiva, com sintomas que se intensificam ao longo do tempo. A tosse, inicialmente seca, tende a se tornar produtiva, acompanhada de secreções mucosas ou purulentas. Em estágios mais avançados, pode ocorrer hemoptise, caracterizada pela presença de sangue no escarro, decorrente do comprometimento do tecido pulmonar. A dor torácica, geralmente associada ao envolvimento da pleura, pode surgir já nas fases iniciais, visto que os alvéolos infectados estão próximos à superfície pleural.

As mudanças laboratoriais que podem ser observadas na tuberculose não são muito sensíveis e costumam ser inespecíficas (Kozakevich; Silva, 2015). O hemograma pode apresentar resultados normais (Campos, 2006). As alterações hematológicas mais frequentes são a anemia e a leucocitose, que aparecem em cerca de 10% dos casos; a anemia geralmente é do tipo normocrômica e normocítica, enquanto a leucocitose costuma ser leve, com desvio na fórmula, apresentando frequentemente linfocitose e monocitose (Martins; Miranda, 2023).

Os marcadores bioquímicos de infecção, como a velocidade de sedimentação e a proteína C reativa, costumam estar levemente ou moderadamente elevados, e a hiponatremia, que afeta cerca de 11% dos pacientes, ocorre devido à liberação da hormona anti-diurética no pulmão afetado (Cantalino, 2017).

De acordo com Ferri *et al.* (2014), o diagnóstico conclusivo de tuberculose ocorre por meio da identificação dos bacilos de Koch (BKs) em uma amostra biológica, utilizando técnicas como baciloscopia, cultura ou métodos moleculares.

A tomografia computadorizada passou por um processo de desenvolvimento notavelmente acelerado ao longo das últimas décadas, tanto no que diz respeito aos avanços tecnológicos quanto à ampliação de suas aplicações na prática clínica (Santos Junior; Jansonny; Fonseca, 2020).

A TCAR, ao contrário da radiografia, consegue mostrar mudanças em pequenas estruturas dos pulmões, como o lóbulo secundário, as alterações mais comuns que aparecem na tomografia em casos de tuberculose incluem nódulos centrolobulares, nódulos no espaço aéreo ou acinares, áreas de consolidação lobar ou opacidades em vidro fosco, cavidades e mudanças nas vias aéreas, que se manifestam como espessamento das paredes, dilatação e aproximação dos brônquios, os nódulos no espaço aéreo que estão associados a ramificações lineares formam um padrão conhecido como árvore em brotamento embora esse padrão não seja exclusivo, ele é a alteração tomográfica mais indicativa de que a doença está ativa (Capone; Capone; Souza, 2002).

No âmbito específico da tuberculose pulmonar, a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) desponta como o método mais eficaz para a identificação de alterações parenquimatosas típicas da infecção. De acordo com Mello (2011), a TCAR permite visualizar padrões radiológicos característicos, como os nódulos centrolobulares associados a ramificações lineares, que configuram o aspecto conhecido como “árvore em brotamento”, fortemente sugestivo de tuberculose ativa. Esse método mostra-se particularmente útil em situações em que a radiografia de tórax apresenta achados inespecíficos ou quando os exames bacteriológicos resultam negativos, contribuindo para a definição diagnóstica e para a avaliação da extensão da doença.

A radiografia do tórax é o principal método de imagem utilizado para diagnosticar e acompanhar pacientes com tuberculose, no entanto, a tomografia computadorizada tem se tornado cada vez mais comum em diversas especialidades médicas, um dos motivos para isso é que a baciloscopia do escarro, que é um exame importante, muitas vezes apresenta resultados negativos em uma quantidade significativa de casos e muitos médicos que atuam na linha de frente têm solicitado a TC como um exame complementar (Capone; Capone; Souza, 2002).

O biomédico é um profissional com formação multidisciplinar que atua em diversas áreas do diagnóstico laboratorial e por imagem. No campo da imaginologia, sua atuação tem se consolidado nas últimas décadas, acompanhando os avanços tecnológicos dos métodos de diagnóstico por imagem, como a radiologia, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. De acordo com Raimundo e Cunha (2020), a Lei nº 6.684/79 e o Decreto nº 88.439/83 regulamentam a atuação do biomédico em centros de radiodiagnóstico, permitindo-lhe desenvolver atividades

técnicas e científicas voltadas ao diagnóstico por imagem.

A área da imagiologia é de fundamental importância para a Biomedicina, pois permite que o profissional desempenhe funções diretamente relacionadas ao diagnóstico clínico e ao acompanhamento terapêutico dos pacientes. Costa *et al.* (2017) destacam que o biomédico pode operar equipamentos avançados de imagem, interpretar resultados de exames e participar ativamente da equipe multiprofissional, contribuindo para a precisão dos diagnósticos e para a melhoria da assistência em saúde.

O biomédico imaginologista possui competências específicas que englobam desde a operação de equipamentos de tomografia computadorizada e ressonância magnética até a realização de protocolos técnicos que garantem a qualidade das imagens obtidas. Segundo Raimundo e Cunha (2020), esse profissional é capaz de adequar técnicas, manipular softwares de reconstrução de imagens e realizar o pós-processamento dos exames, garantindo maior acurácia no diagnóstico.

Quadro 1 – Resultados da Pesquisa

Autores / Ano	Objetivo	Resultados
CAMPOS 2006	Analisar a relevância da tomografia no diagnóstico da tuberculose, destacando sua contribuição para a detecção precoce e a precisão na identificação das lesões pulmonares.	Observou-se que a tomografia oferece imagens mais detalhadas do que a radiografia convencional, permitindo diferenciar a tuberculose de outras doenças respiratórias. Essa tecnologia favorece diagnósticos mais assertivos e um acompanhamento clínico mais eficaz dos pacientes.
CANTALINO 2017	Tem como objetivo analisar a magnitude, gravidade e os fatores clínicos e socioeconômicos associados às sequelas pulmonares em indivíduos que concluíram o tratamento da tuberculose.	O estudo revelou que mais da metade dos pacientes que concluíram o tratamento da tuberculose apresentaram algum tipo de sequela pulmonar, tanto radiológica quanto funcional.
CAPONE; CAPONE; SOUZA 2012	Abordar os aspectos radiográficos e tomográficos da tuberculose pulmonar, classificando-os de forma didática em	Demonstram que a tomografia computadorizada, especialmente a de alta resolução, é um método altamente sensível e eficaz no diagnóstico da tuberculose pulmonar. O exame permite identificar com

	tuberculose latente, primária e secundária.	precisão alterações pulmonares sutis, como nódulos, cavitações e o padrão de “árvore em brotamento”, que indicam atividade da doença. Constatou-se que a tomografia complementa e supera a radiografia convencional em casos de baciloscopia negativa ou imagens duvidosas.
FERREIRA 2013	Verificar os principais fatores associados à ocorrência da tuberculose pulmonar e analisar os resultados da baciloscopia em pacientes atendidos em serviço público de referência, contribuindo para o aprimoramento do diagnóstico e controle da doença.	A baciloscopia foi realizada em 84,1% dos pacientes, sendo 55,3% positiva e 44,7% negativa, o que demonstra baixa sensibilidade desse exame para o diagnóstico da tuberculose pulmonar. Indicando a necessidade de métodos complementares mais sensíveis como a tomografia computadorizada ou a cultura bacteriológica para melhorar a precisão do diagnóstico.
FERRI <i>et al</i> , 2014	Objetivo é analisar o histórico da doença, conceito e a característica do agente causador, história da evolução e fisiopatologia da infecção e quadro clínico, sintomatologia e diagnóstico.	A doença é causada pelo <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , transmitida principalmente por via aerógena, e que afeta anualmente milhões de pessoas, sendo responsável por três milhões de óbitos determinados a cada ano. A revisão detalha a história natural da infecção, o quadro clínico subagudo (destacando a tosse persistente)
KOZAKEVICH; SILVA 2015	Revisar a literatura sobre a tuberculose, abordando sua origem, formas de transmissão, aspectos clínicos, diagnósticos e epidemiológicos.	A doença é antiga, ainda representa uma emergência global, e tem alto impacto na saúde pública, especialmente em países em desenvolvimento. O bacilo é transmitido principalmente por via aérea, e o diagnóstico é confirmado pela identificação do agente em material da lesão, sendo a cultura do escarro o padrão ouro.
MARTINS; MIRANDA 2023	Analisar a importância da tomografia como ferramenta complementar no diagnóstico da tuberculose.	Os resultados evidenciaram que a tomografia é um recurso essencial para o diagnóstico preciso e precoce da tuberculose pulmonar. O estudo demonstrou que, em comparação com a radiografia convencional, a tomografia permite identificar alterações pulmonares sutis, como

		cavitações, nódulos e infiltrações, com maior nitidez e detalhamento.
MELLO 2011	Destaca que o diagnóstico precoce da doença, auxiliado pela incorporação de testes rápidos e validados, é fundamental para reduzir a morbidade e a mortalidade, além de interromper a cadeia de transmissão.	Resultado foi que diagnóstico precoce da tuberculose é crucial para diminuir morbidade e interromper cadeia de transmissão, ressaltou também que o papel da tomografia em relação ao raio x para detalhar lesões.
OLIVEIRA <i>et al</i> , 2010	Quantificar as áreas afetadas pelas anormalidades radiológicas da tuberculose através dos exames de tomografia de alta resolução, e relacionar essa quantificação com os exames séricos	Demonstrou uma relação direta entre a quantificação objetiva do comprometimento pulmonar pela tomografia de alta resolução e os exames séricos em pacientes com tuberculose.
SANTOS JUNIOR; JANSONNEY; FONSECA 2020	Estimar a dose efetiva de radiação administrada aos pacientes durante os exames de tomografia computadorizada realizados em uma instituição hospitalar de nível terciário.	As médias das doses efetivas de radiação encontradas foram de 1,57 mSv para exames de crânio, 8,37 mSv para tórax e 12,28 mSv para abdome/pelve. O estudo concluiu que os exames de crânio e abdome/pelve apresentaram doses dentro dos valores típicos recomendados pela Associação Americana de Física Médica (AAPM), enquanto os exames de tórax mostraram valores acima do recomendado, indicando a necessidade de redução das doses utilizadas nesses casos para maior segurança do paciente.

CONCLUSÃO

A tuberculose permanece como um desafio global em saúde pública, especialmente devido às dificuldades no diagnóstico precoce e às limitações dos métodos convencionais, como a baciloscopia e a cultura. Apesar de existirem terapias eficazes e acessíveis, a detecção tardia da doença contribui para o aumento da

transmissão e para a piora do prognóstico clínico. Nesse contexto, retoma-se a problemática apresentada na introdução, evidenciando a necessidade de investir em ferramentas complementares que possibilitem diagnósticos mais sensíveis e precisos.

A tomografia computadorizada, em especial a de alta resolução (TCAR), demonstrou ao longo deste estudo ser um recurso valioso no auxílio ao diagnóstico da tuberculose, principalmente em situações em que os exames iniciais se mostram inconclusivos. Os dados encontrados reforçam que esse exame não apenas permite identificar padrões característicos da doença, como também diferencia a tuberculose de outras patologias pulmonares, contribuindo de maneira decisiva para a conduta clínica adequada.

Os objetivos propostos nesta pesquisa foram atingidos. O trabalho evidenciou a importância da tomografia como ferramenta complementar de diagnóstico, destacou as limitações dos métodos tradicionais e apresentou os principais achados radiológicos associados à tuberculose. Além disso, discutiu-se a relevância da atuação do biomédico imaginologista nesse processo, ressaltando sua contribuição técnica, científica e humanizada no atendimento aos pacientes.

A revisão de literatura, como metodologia escolhida, mostrou-se adequada para reunir e analisar de forma crítica as evidências disponíveis em diferentes estudos. Essa abordagem possibilitou compreender a evolução do uso da tomografia no diagnóstico da tuberculose, além de identificar lacunas que podem nortear futuras pesquisas, principalmente aquelas voltadas à aplicação de novas tecnologias de imagem e inteligência artificial na prática clínica.

Outro ponto relevante evidenciado é a responsabilidade ética e científica do biomédico na utilização de métodos de imagem. A formação contínua desse profissional é indispensável diante das inovações tecnológicas e das exigências do mercado de trabalho. Assim, a atuação do biomédico imaginologista não se limita apenas ao manuseio de equipamentos, mas se estende à produção de conhecimento, ao apoio à equipe multiprofissional e à contribuição no processo de ensino e pesquisa.

Conclui-se que a tomografia computadorizada é uma ferramenta fundamental no diagnóstico da tuberculose e que seu uso deve ser ampliado como estratégia para reduzir os índices de subdiagnóstico e melhorar o controle da doença. Aliada à atuação do biomédico imaginologista, essa tecnologia se mostra indispensável para a prática clínica atual, permitindo diagnósticos mais rápidos, precisos e seguros, além de favorecer a implementação de tratamentos mais eficazes.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para o fortalecimento da literatura sobre o tema e incentive novos estudos que aprofundem a utilização de métodos de imagem no diagnóstico de doenças infecciosas. O conhecimento produzido pode servir de subsídio para gestores, profissionais de saúde e instituições acadêmicas, colaborando com políticas públicas mais eficazes no enfrentamento da tuberculose e reafirmando a relevância do biomédico no cenário da saúde contemporânea.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, H. S. **Diagnóstico da tuberculose**. Pulmão RJ, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 92-99, 2006. Disponível em: https://www.soptej.com.br/wp-content/themes/soptej/docs/publicacoes/curso_tuberculose_3.pdf. Acesso em: 29 jul. 2025.
- CANTALINO, Juliana Leal Ribeiro. **Sequelas da tuberculose pulmonar**: magnitude, gravidade e fatores associados. 2017. 156 f. Tese (Doutorado em Medicina e Saúde) – Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <https://share.google/EZ1zAY6tluJG62Ltc/>. Acesso em: 10 out. 2025.
- CAPONE, D.; CAPONE, R. B.; SOUZA, R. L. P. Diagnóstico por imagem da tuberculose. **Jornal de Pneumologia**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/D57bM7F5fR5L5z5fR5j5j5/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- COSTA, Guilherme da *et.al.* Inserção do biomédico na área da imagenologia em hospitais e clínicas no Rio Grande do Sul. **Revista Saúde.Com**, Jequié, BA, v. 13, n. 3, p. 951-955, 2017. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rsc/article/view/3328>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- FERREIRA, Aurigene Antunes de Araujo *et.al.* Os fatores associados à tuberculose pulmonar e a baciloscopia: uma contribuição ao diagnóstico nos serviços de saúde pública. **Revista de Pesquisa em Saúde**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 142-147, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/s6dqY5Nf8T76ggFcy6wZPNr/>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- FERRI, A. O. *et.al.* Diagnóstico da tuberculose: uma revisão. **Revista Liberato**, v. 15, n. 24, p. 145-154, 2014. Disponível em: <https://revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/317/219/>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- KOZAKEVICH, Gabriel Vilella; SILVA, Rosemeri Maurici da. Tuberculose: revisão de literatura. **ACM Arquivos Catarinenses de Medicina**, Florianópolis, v. 44, n. 4, p. 1-14, 2015. Disponível em:

<https://revista.acm.org.br/index.php/arquivos/article/view/46/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

LOPES, Alberto Oliveira. **Tuberculose: um problema de saúde pública – causas do abandono do tratamento**. São Paulo, 29 maio 2010. Disponível em: <https://share.google/nMggcZIIYjQNNFTkA/>. Acesso em: 10 out. 2025.

MARTINS, Vanessa de Oliveira; MIRANDA, Camila Vicente de. Diagnóstico e tratamento medicamentoso em casos de tuberculose pulmonar: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Saúde Multidisciplinar da Faculdade Morgana Potrich**, Mineiros, GO, v. 1, n. 10, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://share.google/cDuPIMwPpdwjn58vC/>. Acesso em: 10 out. 2025.

MELLO, Fernanda C. de Q. Abordagem Diagnóstica da Tuberculose Pulmonar. **Revista AMRIGS**, Porto Alegre, v. 55, n. 1, p. 79-85, jan.-mar. 2011. Disponível em: http://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/sopterj_redesign_2017/revista/2012/n_01/07.pdf/. Acesso em: 29 jul. 2025.

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**, Formiga, MG, v. 15, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W3033977353>. Acesso em: 19 ago. 2025.

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**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 46-51, 2020. Disponível em: <https://periodicosapm.emnuvens.com.br/rdt/article/view/339>. Acesso em: 10 abr. 2025.

OLIVEIRA, Marcela de *et.al*. Relação entre imagens de tomografia computadorizada e exames séricos no diagnóstico da tuberculose. **Revista Brasileira de Física Médica**, São paulo, 2010. Disponível em: <https://inis.iaea.org/records/2ya6t-ec368/files/48047260.pdf?download=1/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

FACULDADE DE APUCARANA-FAP. Normas para publicação de trabalhos: normas para a publicação de artigos ma revista FAP Ciência. Disponível em: fap.com.br/normas-para-trabalhos/. Acesso em: 09 out. 2025.