

## TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE BAIXA DOSE NA DETECÇÃO PRECOCE DO CÂNCER DE PULMÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

*LOW-DOSE COMPUTED TOMOGRAPHY IN EARLY DETECTION OF LUNG CANCER: A LITERATURE REVIEW*

Franciane Alves da SILVA<sup>1</sup>  
Rayssa Lima da COSTA<sup>1</sup>  
Isabella Stelle MIYASAKI\*<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** O câncer de pulmão é a segunda neoplasia mais comum no mundo, resultante da exposição de substâncias tóxicas, como o tabagismo. Em 2016, o INCA no Brasil indicou 596.000 novos casos de câncer, dos quais 28.220 eram neoplasias malignas primárias de pulmão. Dado o cenário no Brasil, é essencial abordar o rastreamento e o diagnóstico precoce da doença. Um método eficaz é a tomografia computadorizada, que fornece imagens detalhadas dos órgãos usando uma fonte de raio X e um anel detector que gira ao redor do paciente, gerando uma representação tridimensional. **Metodologia:** Este trabalho revisa a literatura nas bases de dados *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Acadêmico* e *BVS*, publicados entre os anos de 2012 e 2024, em português e inglês, disponíveis na íntegra gratuitamente e focando em artigos sobre avanços da tomografia computadorizada na detecção precoce do câncer de pulmão, excluindo os não pertinentes. **Resultados e Discussão:** Embora a TC seja um excelente método de diagnóstico, apresenta um malefício significativo devido à alta taxa de radiação. Estudos realizados no Brasil e no mundo mostram que a tomografia computadorizada de baixa dose é um grande avanço na redução da exposição à radiação, sendo uma opção mais segura para os pacientes. **Considerações Finais:** Portanto, a TCBD é uma ferramenta eficaz para obter imagens detalhadas de tumores em estágios iniciais. Com a evolução da tecnologia, futuros estudos devem explorar estratégias para equilibrar a exposição à radiação, sempre visando a segurança e o bem-estar dos pacientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Câncer de pulmão; Tomografia computadorizada; Detecção precoce; Baixa radiação.

### ABSTRACT

**Introduction:** Lung cancer is the second most common neoplasm in the world, resulting from exposure to toxic substances, such as smoking. In 2016, INCA in Brazil indicated 596,000 new cases of cancer, of which 28,220 were primary malignant lung neoplasms. Given the scenario in Brazil, it is essential to address the screening and early diagnosis of the disease. An effective method is computed tomography, which provides detailed images of the organs using an X-ray source and a detector ring that rotates around the patient, generating a three-dimensional representation. **Methodology:** This work reviews the literature in the *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Academic* and *VHL* databases, published between the years 2012 and 2024, in Portuguese and English, available in full for free and focusing on articles on advances in computed tomography in the early detection of lung cancer, excluding those that are not relevant. **Results and Discussion:** Although CT is an excellent diagnostic method, it presents a significant harm due to the high radiation rate. Studies conducted in Brazil and around the world show that low-dose computed tomography is a major advance in reducing radiation exposure, being a safer option for patients. **Final Considerations:** Therefore, BDCT is an effective tool for obtaining detailed images of tumors in early stages. With the evolution of technology, future

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de Biomedicina da Faculdade Herrero, Curitiba-PR

\* e-mail para correspondência: rhaylima56@gmail.com

<sup>2</sup>Biomédica. Mestre em Biotecnologia, Docente do curso de Biomedicina da Faculdade Herrero, Curitiba-PR

\* e-mail para correspondência: isa.smiyasaki@gmail.com.

studies should explore strategies to balance radiation exposure, always aiming at the safety and well-being of patients.

**KEYWORDS:** Lung cancer; Computed tomography; Early detection; Low radiation.

## 1 INTRODUÇÃO

O câncer é caracterizado pelo crescimento desordenado de células, que podem se disseminar para órgãos e tecidos adjacentes<sup>1</sup>. Os tumores podem originar diferentes tipos de neoplasias, variando de menos agressivas a mais graves. Eles são classificados como benignos, quando não apresentam metástases, ou malignos, quando há disseminação para outras partes do corpo. Ambos os tipos podem causar diversos sinais e sintomas clínicos nos pacientes<sup>2</sup>.

O câncer é uma doença silenciosa que acaba afetando inúmeras pessoas, entre os tipos de câncer destaca-se o câncer de pulmão, no qual é considerado uma doença maligna com maior prevalência global e classificada como a segunda neoplasia mais comum no mundo, representando 13% de todos os novos casos de câncer<sup>3</sup>.

O câncer de pulmão gera uma mutação nas células pulmonares influenciadas diretamente pela exposição de substâncias tóxicas, como o ato de fumar, que é considerada uma das principais causas de início para a doença, pois ao tragar, há diversas substâncias tóxicas presentes no cigarro<sup>4</sup>. Além do tabagismo, o câncer de pulmão também pode estar relacionado a exposições radiônicas, causas hereditárias e exposições ao ar<sup>5</sup>.

No Brasil, em 2016, o Instituto Nacional de Câncer (INCA) estimou 596.000 novos casos de câncer, dos quais 28.220 (4,7%) foram de neoplasia maligna primária de pulmão. O câncer de pulmão é o segundo tipo de câncer mais comum entre os homens e o quarto mais comum entre as mulheres no país<sup>6</sup>.

De acordo com o cenário do câncer de pulmão no Brasil, é importante abordar as necessidades de políticas eficazes no rastreamento e diagnóstico precoce, que mostram uma redução significativa na mortalidade e um aumento no diagnóstico precoce de tumores no seu estágio inicial<sup>7</sup>.

Entre os métodos de diagnóstico precoce, a tomografia computadorizada se destaca por ser mais rápida e fornecer imagens detalhadas de órgãos e segmentos corporais, para fins de diagnóstico médico. A técnica é baseada na utilização de uma fonte de raio X e um anel detector que gira ao redor do paciente, fazendo um algoritmo e coletando dados para construir uma imagem representada em cortes axiais, gerando uma representação tridimensional do interior do corpo do paciente<sup>8</sup>.

Uma abordagem que está sendo amplamente investigada é a tomografia computadorizada de baixa dose (TCBD), a qual é uma modalidade avançada que utiliza raio X para criar imagens detalhadas do interior do corpo, com uma exposição reduzida à radiação. Essa tecnologia é especialmente benéfica para pacientes que necessitam de monitoramento frequente ou para aqueles mais sensíveis à radiação, como crianças e mulheres grávidas. A TCBD emprega técnicas sofisticadas para minimizar a dose de radiação sem comprometer a qualidade das imagens produzidas, garantindo assim uma avaliação precisa e segura das estruturas internas do corpo, que tem sido fundamental para detecção precoce de lesões<sup>9</sup>.

O objetivo desta revisão de literatura é apresentar estudos sobre o uso de tomografia computadorizada de baixa dose para o diagnóstico precoce do câncer de pulmão, sendo mais adequado para pacientes em monitoramento frequente devido à menor exposição à radiação.

## 2 METODOLOGIA

Esse trabalho consiste em uma revisão de literatura realizada conforme pesquisas nas bases de dados *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Acadêmico* e Biblioteca Virtual Saúde (BVS), no período entre 2012 a 2024. As palavras-chave utilizadas foram “câncer de pulmão”, “tomografia computadorizada” e “detecção precoce” e suas correspondentes em inglês, “*lung cancer*”, “*computed tomography*” e “*early detection*”.

Foram critérios de exclusão: artigos publicados antes de 2012 e os que não se referiam ao tema tomografia computadorizada na detecção precoce do câncer de pulmão, livros e artigos em duplicidade. Durante a busca nas bases de dados, foram identificados 950 artigos. Após a aplicação dos critérios de exclusão previamente definidos, restaram 41 artigos para análise.

A seguir, esses artigos foram lidos na íntegra, e, a partir da avaliação detalhada, foram selecionados 20 artigos que atendiam a todos os critérios de inclusão estabelecidos para este estudo. Os critérios inicialmente propostos para a seleção dos artigos incluíam: estudos que abordavam a tomografia computadorizada de baixa dose na detecção precoce do câncer de pulmão; publicações no período de 2012 a 2024; estudos que apresentavam dados sobre a eficácia da tomografia computadorizada de baixa dose para a identificação precoce do câncer de pulmão em populações de risco; estudos de revisão, ensaios clínicos, estudos observacionais e outras pesquisas científicas que abordassem diretamente a metodologia da tomografia de baixa dose ou sua aplicação clínica.

A seleção final de 20 artigos foi baseada na qualidade metodológica, relevância do tema abordado e consistência dos resultados apresentados." Somando-se todas as bases de dados, foram

encontrados 950 artigos. Foram considerados apenas 41 artigos para a leitura devido aos critérios de exclusão. Após a leitura, foram selecionados 20 artigos que preenchiam todos os critérios inicialmente propostos e que foram utilizados para a produção deste trabalho.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tomografia computadorizada desempenha um papel crucial na área da saúde, auxiliando na confirmação e na investigação de diagnósticos que seriam difíceis de identificar sem essa tecnologia. A TC utiliza feixes finos de raios X para obter imagens detalhadas dos órgãos e segmentos corporais<sup>10</sup>.

O uso deste diagnóstico mostra uma maior dose de radiação do que a radiografia convencional. Os tomógrafos possuem várias fileiras de detectores que permitem cortes cada vez mais finos e fases contrastadas, resultando no aumento da exposição. O uso indiscriminado da tomografia computadorizada, contribui para o aumento da radiação a cada exame realizado. Isso representa um importante alerta para os profissionais da área, ressaltando a necessidade de informar os médicos solicitantes sobre os riscos associados à exposição à radiação<sup>11</sup>.

Pacientes submetidos a doses de radiação de 40 mSv, corresponde a uma tomografia em 4 fases, o que expõe um aumento no desenvolvimento de diversos tipos de neoplasias. As crianças são particularmente vulneráveis à radiação devido à sua alta radiosensibilidade e à expectativa de vida mais longa<sup>11</sup>.

Estudos populacionais abordam a associação da exposição à radiação em exames de TC na infância, apresentando um aumento subsequente na incidência de câncer. Embora o risco de indução de câncer em consequência de um único exame de tomografia computadorizada seja baixo, se o indivíduo for submetido ao exame diversas vezes ao ano, pode estar mais suscetível a desenvolver algum tipo de neoplasia<sup>12</sup>.

Existem vários fatores que podem alterar a dose de radiação em TC, como o número de fases, a tensão máxima aplicada aos tubos de raio X durante a produção dos raios (kVp), os miliampere-segundo correspondente ao raio X, seu tempo de exposição, o tamanho do paciente, o estudo a ser investigado, a modulação da corrente do tubo, uso de filtros e o pós-procedimento das imagens<sup>11</sup>.

Considera-se o uso de doses baixas de radiação, o resultado na produção de imagens ruidosas. Na tomografia computadorizada, quanto maior a exposição à radiação, melhor será a qualidade da imagem para o diagnóstico, incluindo nitidez, contraste e brilho. Dessa forma, o aprimoramento e a

revisão periódica dos protocolos são fundamentais para manter o equilíbrio no manuseio desse método de diagnóstico<sup>13</sup>.

Ciente dos riscos da radiação associados à tomografia computadorizada, à qual os pacientes são expostos, é essencial que o radiologista busque utilizar doses menores de radiação para manter uma boa qualidade no diagnóstico do paciente<sup>11</sup>.

O câncer de pulmão é caracterizado por sua rápida progressão, muitas vezes devido ao diagnóstico tardio, o que limita as opções terapêuticas e contribui para um prognóstico de baixa sobrevida dos pacientes. Se detectado nos estágios iniciais (estágio I/II), ocorre em apenas 16% dos casos, a taxa de sobrevida em cinco anos aumenta em 56%. Portanto, identificar a doença precocemente pode ter um grande impacto na diminuição da taxa de mortalidade e na melhoria da sobrevida dos pacientes<sup>14</sup>.

No ano de 2011, o *National Lung Screening Trial* (NLST) indicou que a Tomografia Computadorizada de Baixa Dose (TCBD) estava relacionada a uma redução de 20% na taxa de mortalidade por câncer de pulmão, sendo caracterizada por minimizar os riscos associados à exposição excessiva à radiação ionizante, tornando-se uma opção mais segura para os pacientes<sup>15</sup>.

A Força-Tarefa de Serviços Preventivos dos Estados Unidos (USPSTF)<sup>9</sup> recomenda o uso de TCBD para realizar o rastreamento anual de câncer de pulmão em grupos de alto risco, na qual é baseada na tecnologia CT *Multi-Detector*, que inclui tomógrafos com até 320 fileiras de detectores, e têm melhorado a resolução espacial e de contraste. Além disso, a disponibilidade de algoritmos de redução de ruído de imagem tem aumentado a sensibilidade e especificidade na detecção de nódulos pulmonares parenquimatosos menores que 1 cm, mesmo com técnicas de aquisição de dose reduzida<sup>9</sup>.

Em busca de evidências científicas sobre o método TCBD, diversos países estão realizando Ensaios Clínicos Randomizados (ECR). Uma metanálise de 9 desses ECR confirma esses resultados ao mostrar que a TCBD tem uma vantagem, tanto na detecção de uma maior proporção de neoplasias pulmonares quanto de câncer em estágio I, resultando em uma redução da mortalidade específica por câncer de pulmão<sup>16</sup>.

Dentre esses ensaios, o *National Lung Screening Trial* (NLST)<sup>16</sup> e o estudo *Nederlands-Leuvens Longkanker Screenings Onderzoek* (NELSON) são dois ensaios bem sucedidos, projetados para avaliar a redução da mortalidade causada pelo câncer de pulmão<sup>16</sup>.

O NLST, iniciado em 2002, recrutou 53.454 participantes com idades entre 55 e 74 anos. Os voluntários eram fumantes ativos e ex-fumantes, com um histórico de tabagismo de pelo menos 30 maços ao ano, apresentavam alto risco de desenvolver câncer de pulmão e passaram por triagem anual por um período de 3 anos. Este estudo observou uma redução geral de 20% na mortalidade por câncer de pulmão, após 6 a 5 anos de acompanhamento com o uso da TCBD<sup>15</sup>.

No estudo NELSON, foi feita uma comparação entre o rastreamento por TCBD no início do estudo, no 1º, 3º e 5,5º ano, e não houve nenhum rastreio. O ensaio começou a recrutar participantes em 2003, envolvendo 15.792 indivíduos de 50 a 74 anos com alto risco de câncer de pulmão, incluindo fumantes e ex-fumantes com histórico de tabagismo igual ou superior a 30 maços ao ano. Em 2020, os resultados finais do estudo NELSON foram divulgados, indicando uma taxa acumulada de morte por câncer de pulmão de 0,76 (IC 95%, 0,61–0,94;  $p = 0,01$ ) no grupo de triagem em comparação com o grupo controle após um acompanhamento de 10 anos<sup>17</sup>.

ECRs feitos na Europa, como o estudo Multicêntrico Italiano de Detecção de Câncer de Pulmão (MILD) comparou a triagem da TCBD com a ausência de intervenção em participantes com idade superior há 49 anos e históricos de tabagismo superior a 20 maços ao ano. Os resultados revelaram uma redução significativa de 39% do risco cumulativo de mortalidade por câncer de pulmão ao longo dos 10 anos no grupo que recebeu a TCBD. Outro ECR com resultado significativo, é o *German Lung Cancer Screening Intervention* (LUSI) que conduziu um ensaio randomizado comparando a TCBD com a ausência de intervenção. Os resultados revelaram uma diminuição estatisticamente significativa na mortalidade por câncer de pulmão entre as mulheres<sup>17</sup>.

No Brasil, em 2022, ocorreu um ECR em um hospital público do sul do país. Os participantes tinham mais de 55 anos e eram fumantes atuais ou ex-fumantes, com um histórico de tabagismo de pelo menos 30 maços ao ano. Os resultados da TCBD foram avaliados conforme o *Lung CT Screening Reporting and Data System*, considerando os exames com pontuação 3 ou 4 como positivos. Na primeira rodada, o resultado positivo do rastreamento foi observado em 14,0% dos casos, enquanto na segunda rodada foi de 5,6%. O câncer de pulmão foi identificado em 1,5% dos pacientes, tanto na primeira quanto na segunda rodada. A taxa de detecção de carcinoma de células não pequenas em estágio inicial foi de 64,3%<sup>18</sup>.

A triagem anual por tomografia é considerada eficaz para identificar mais neoplasias pulmonares em estágio inicial. A eficácia da triagem na redução da mortalidade, demonstrada pelas evidências desses ECRs, levou organizações de saúde, como a *American Cancer Society* (ACS), a emitir diretrizes de rastreamento do câncer de pulmão. As recomendações seguem os requisitos de elegibilidade descritos no NLST: adultos entre 55 e 74 anos, com uma boa saúde, que atualmente fumam ou pararam nos últimos 15 anos e possuem um histórico de tabagismo de pelo menos 30 anos<sup>19</sup>.

Devem ser consideradas algumas desvantagens do uso da TCBD, como sua relação ao custo-benefício, já que a tomografia é vista como um exame de alto custo para a atenção básica. O superdiagnóstico também precisa ser considerado, pois pode levar à detecção de lesões com baixa

probabilidade de malignidade e mortalidade errônea. Nesses casos, o rastreamento não altera significativamente o prognóstico e a sobrevida do paciente<sup>9</sup>.

Atualmente, existem evidências sólidas que sustentam o valor da triagem para o câncer de pulmão com a TCBD, incluindo uma redução significativa de 20% na mortalidade observada no estudo NLST e uma redução moderada da mortalidade demonstrada em estudos Europeus<sup>14</sup>. A utilização da TCBD tende a aumentar, embora permaneça baixa, o método de rastreamento oferece um benefício adicional, e tem um efeito positivo na cessação do tabagismo. A triagem, de maneira não intencional, contribui para a mudança de estilo de vida e a redução ou abandono do hábito de fumar em populações elegíveis, o que também resulta na diminuição das mortes específicas por câncer de pulmão<sup>20</sup>.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, com base neste artigo de revisão, a importância da tomografia computadorizada de baixa dose, especialmente na detecção precoce do câncer de pulmão. Os Ensaios Clínicos Randomizados (ECRs) demonstram uma redução na mortalidade por câncer de pulmão e um equilíbrio entre os benefícios e possíveis danos.

A TCBD demonstrou ser uma ferramenta eficaz, proporcionando imagens detalhadas de tumores em estágios iniciais e apresentando uma quantidade de radiação menor do que a tomografia computadorizada convencional. Estudos futuros devem continuar a explorar estratégias para equilibrar a exposição à radiação com a necessidade de imagens de alta qualidade, visando sempre a segurança e o bem-estar dos pacientes..

#### REFERÊNCIAS

1. Batista DRR, Mattos M, Silva SF. Convivendo com o câncer: do diagnóstico ao tratamento. *Revista de Enfermagem da UFSM*. 2015 Oct 1;5(3).
2. Munhoz MP, Oliveira J, Gonçalves RD, Zambon TB, Oliveira LCN. Efeito do exercício físico e da nutrição na prevenção do câncer. *Revista Odontológica de Araçatuba*. 2016;37(2):9–16.
3. Chiarantano RS, Vazquez FL, Franco A, Ferreira LC, Costa MC, Talarico T, et al. Implementation of an Integrated Lung Cancer Prevention and Screening Program Using a Mobile Computed Tomography (CT) Unit in Brazil. *Cancer Control*. 2022;29.

4. Sousa AS. Análise Comparativa de Redes Neurais Convolucionais para a Detecção de Câncer de Pulmão em Tomografias Computadorizadas [dissertação]. Brasília: Instituto de Ciências Exatas Departamento de Ciência da Computação, Universidade de Brasília; 2023.
5. Araujo LH, Baldotto C, Jr GC, Katz A, Ferreira CG, Mathias C, et al. Câncer de pulmão no Brasil. *J Bras Pneumol*. 2018;44(1):55–64.
6. Iseri FTA, Lima CCG, Guirra AN, Bastos JCC, Carvalho CS, Veras AB, et al. Avanços recentes no diagnóstico precoce do câncer de pulmão: uma análise de revisões sistemáticas. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*. 2024;6(1):379–96.
7. Xinyu L, Yongmei K, Hui S, Mingxin Y, Wenjing L, Qingshi Z, et al. Computed tomography findings, associated factors, and management of pulmonary nodules in 54,326 healthy individuals. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*. 2022;18(7):2041-2048.
8. Bordin BLS. Detecção e classificação de câncer de pulmão em imagens de tomografia computadorizada usando processamento de imagem [dissertação]. Porto Velho: Núcleo de Tecnologia Departamento Acadêmico de Ciência da Computação, Fundação Universidade Federal de Rondônia; 2022.
9. Godoy MCB, Lago EAD, Pria HRFD, Strange GSSCD, Truong MT. Pearls and Pitfalls in Lung Cancer CT Screening. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2022;43(3):246-256.
10. Ribeiro JL. Conhecimento de profissionais técnicos de enfermagem sobre reações adversas ao contraste iodado na tomografia computadorizada [dissertação]. Brasília: Faculdade de Ciências da Educação e Saúde Curso de Bacharelado em Enfermagem, Centro Universitário de Brasília – UniCEUB; 2019.
11. Parente DB. O risco da radiação no uso indiscriminado da tomografia computadorizada. *Radiol Bra*. 2013;46(2):v–vi.
12. Dovalés ACM, Souza AA, Veiga LHS. Tomografia computadorizada no Brasil: frequência e padrão de uso em pacientes internados no Sistema Único de Saúde (SUS). *Revista Brasileira de Física Médica*. 2015;9(1):11–4.
13. Rodrigues RP, Silva RP, Mattos RL, Góes EG, Dytz AG. Controle de qualidade de imagens radiográficas. *Disciplinarum Scientia*. 2012;13(2):169–77.
14. Filho LPV, Apolinário JPC, Ribeiro DT, Braga GM, Soares LA, Baraky PPT, et al. O uso da tomografia computadorizada de baixa dose (TCBD) no rastreamento de câncer de pulmão: revisão narrativa. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*. 2020;12(9):2178-2091.
15. Jacobson FL, Jaklitsch MT. Computed Tomography Scanning for Early Detection of Lung Cancer. *Annual review of medicine*. 2018;69(1):235–45.
16. Lancaster HL, Heuvelmans MA, Oudkerk M. Low-dose computed tomography lung cancer screening: Clinical evidence and implementation research. *Journal of Internal Medicine*. 2022;292(1):68–80.
17. Reck M, Dettmer S, Kauczor HU, Kaaks R, Reinmuth N, Vogel-Claussen J. Lung Cancer Screening With Low-Dose Computed Tomography. *Dtsch Arztebl Intern*. 2023;120: 387–92.
18. Svartman FM, Leite MMR, Sartori APG, Gutierrez RS, Cadore AC, Oliveira CTM, et al. Rastreamento de câncer de pulmão com TC de baixa dose integrada à assistência pulmonar em um hospital público no sul do Brasil: resultados dos primeiros 712 pacientes. *J Bras Pneumol*. 2022;48(5):e20220146.

19. Lam S, Bai C, Baldwin DR, Smith RA, Triphuridat N, Field J, et al. Current and Future Perspectives on Computed Tomography Screening for Lung Cancer: A Roadmap From 2023 to 2027 From the International Association for the Study of Lung Cancer. *Journal of Thoracic Oncology*. 2024; 19(1): 36-51.
20. Qiao EM, Voora RS, Nalawade V, Kotha NV, Qian AS, Nelson TJ, et al. Evaluating the clinical trends and benefits of low-dose computed tomography in lung cancer patients. *Cancer Medicine*. 2021;10(20):7289–97.