

# O papel do radiologista na avaliação das alterações torácicas após radioterapia

*The role of the radiologist in the assessment of thoracic changes after radiotherapy*

Sabrina de Mello Ando<sup>1,a</sup>, Eduardo Kaiser Ururahy Nunes Fonseca<sup>2,b</sup>, Julliana dos Santos Frassei<sup>1,c</sup>, Lucas de Pádua Gomes de Farias<sup>1,d</sup>, Yuri Costa Sarno Neves<sup>1,e</sup>, Rodrigo Caruso Chate<sup>2,f</sup>, Márcio Valente Yamada Sawamura<sup>1,g</sup>

1. Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InRad/HC-FMUSP), São Paulo, SP, Brasil. 2. Departamento de Imagem – Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Dra. Sabrina de Mello Ando. Instituto de Radiologia – HC-FMUSP. Rua Doutor Ovídio Pires de Campos, 75, Cerqueira César. São Paulo, SP, Brasil, 05403-010. E-mail: sabrina.ando78@gmail.com.

a. <https://orcid.org/0000-0002-5097-5282>; b. <https://orcid.org/0000-0002-0233-0041>; c. <https://orcid.org/0000-0002-6372-9259>; d. <https://orcid.org/0000-0001-5195-9818>; e. <https://orcid.org/0000-0002-7861-0963>; f. <https://orcid.org/0000-0002-4193-7647>; g. <https://orcid.org/0000-0002-9424-9776>.

Recebido para publicação em 24/5/2020. Aceito, após revisão, em 21/7/2020.

Como citar este artigo:

Ando SM, Fonseca EKUN, Frassei JS, Farias LPG, Neves YCS, Chate RC, Sawamura MVY. O papel do radiologista na avaliação das alterações torácicas após radioterapia. *Radiol Bras.* 2021.

**Resumo** A radioterapia tem papel fundamental no tratamento curativo ou paliativo de neoplasias da parede torácica ou intratorácicas. No entanto, mesmo com o avanço das técnicas, órgãos e tecidos vizinhos podem ser acometidos e apresentar alterações que devem ser reconhecidas pelos radiologistas, de maneira a evitar confusão com recidiva das lesões inicialmente tratadas, ou mesmo com outras complicações do tratamento oncológico. O objetivo deste ensaio iconográfico é ilustrar as diferentes consequências torácicas da radioterapia.

**Unitermos:** Radioterapia; Tomografia computadorizada; Ressonância magnética; Diagnóstico por imagem; Neoplasias torácicas.

**Abstract** Radiotherapy plays a central role in the palliative and curative treatment of neoplasms of the chest wall or intrathoracic structures. However, despite technical advances, radiotherapy can alter previously normal organs and tissues, those alterations presenting as various types of imaging findings. Post-radiation alterations must be promptly recognized by radiologists, in order to avoid confusion between complications of radiotherapy and the recurrence of a tumor. This pictorial essay aims to illustrate different thoracic changes after radiotherapy.

**Keywords:** Radiotherapy; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging; Diagnostic imaging; Thoracic neoplasms.

## INTRODUÇÃO

A radioterapia torácica pode ser usada para tratamento dos tumores malignos da parede torácica ou intratorácicos, com o objetivo curativo, paliativo ou adjuvante, associada ou não a cirurgia ou quimioterapia<sup>(1,2)</sup>. Além da radioterapia convencional, outras técnicas estão surgindo, como a radioterapia conformacional, a de intensidade modulada e a estereotáxica, além da terapia por feixe de prótons, com a intenção de aumentar a dose no tumor e, ao mesmo tempo, reduzir nos tecidos saudáveis. Mesmo com as novas técnicas, órgãos e tecidos vizinhos podem sofrer alterações actínicas. Este artigo tem o objetivo de ilustrar as complicações torácicas após tratamento radioterápico<sup>(3)</sup>.

## PULMÕES

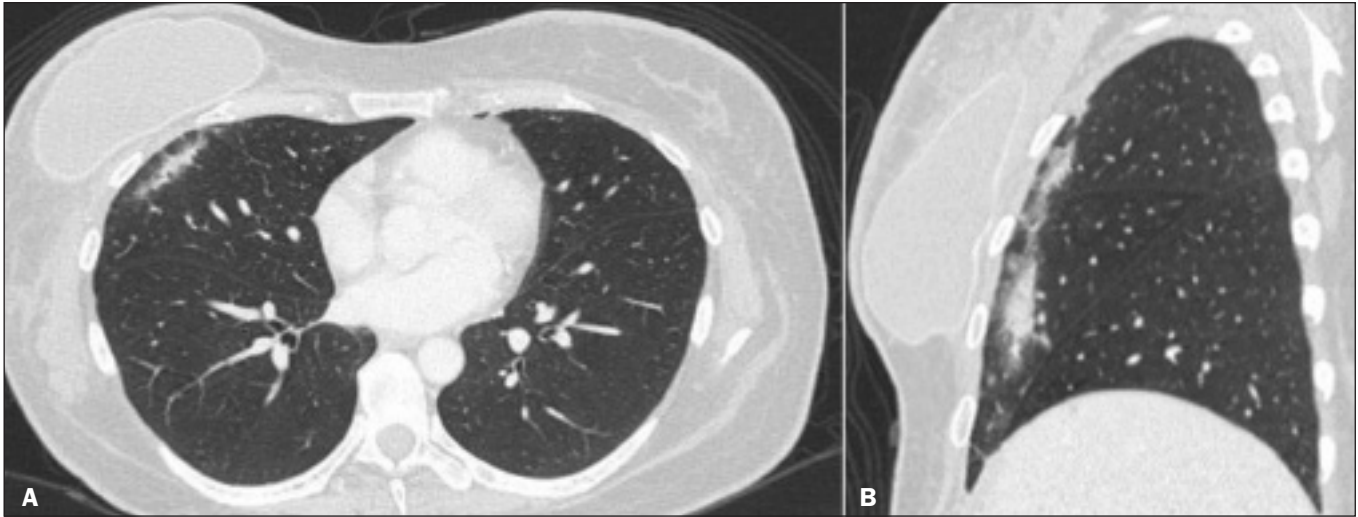
A lesão pulmonar induzida por radiação apresenta três fases patológicas sequenciais: uma fase exsudativa aguda, uma fase organizadora ou proliferativa e uma fase fibrótica crônica. A fase exsudativa aguda manifesta-se cerca de 4 a 12 semanas após o término da radioterapia, podendo haver reparação nesse período. Parte das alterações pode evoluir para a fase prolifera-

tiva, que ocorre após 3 a 9 meses, ou progredir para a fase fibrótica, que é observada após 9 meses até 2 anos<sup>(1,4)</sup>.

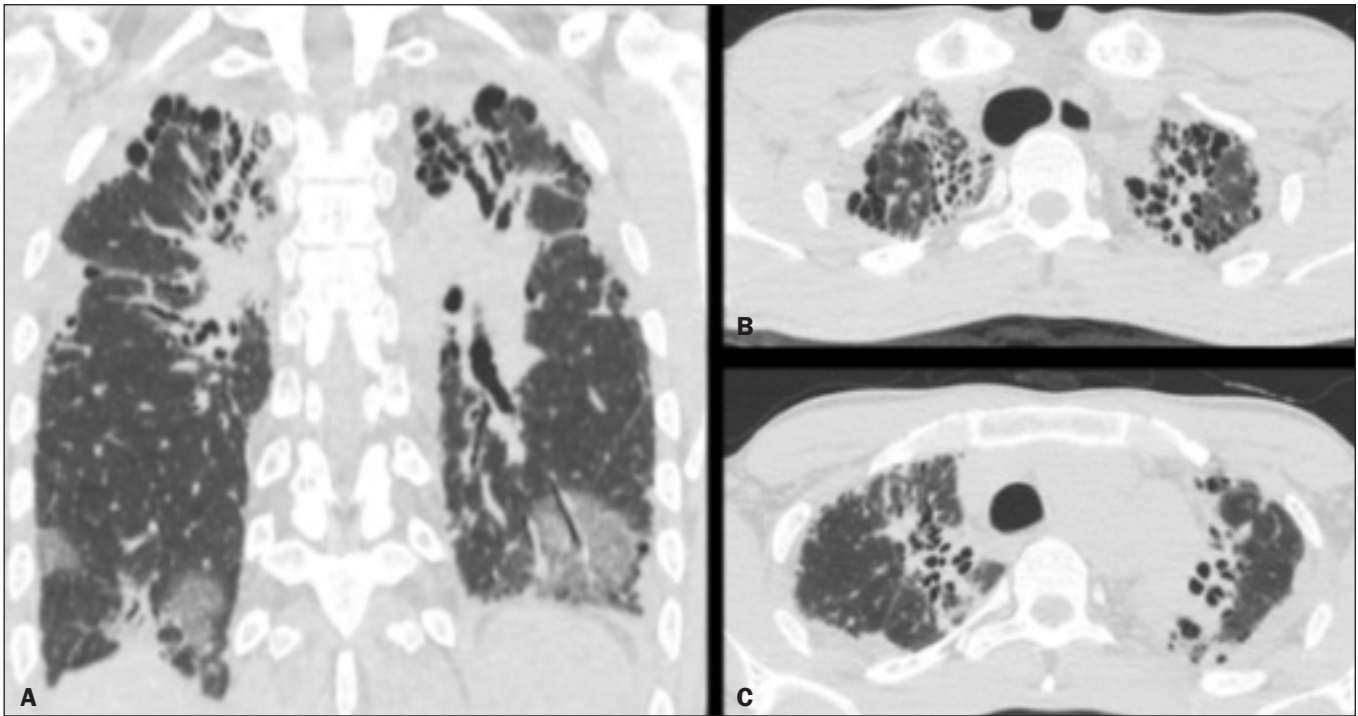
Diversos fatores influenciam o grau de lesão pulmonar, e os principais são o volume pulmonar irradiado, a dose total de radiação e o fracionamento da dose. Outros fatores são quimioterapia, número de frações, envelhecimento, tabagismo, função pulmonar reduzida e hipertensão pulmonar<sup>(1,5)</sup>.

Os achados radiográficos da fase aguda (Figura 1) geralmente são opacidades heterogêneas em vidro fosco ou consolidação, que costumam ser localizadas no local da radiação (o padrão caprichosamente geométrico das lesões radioinduzidas é uma característica importante que ajuda na sua correta identificação). Já na fase tardia (Figura 2), pode-se observar espessamento septal sobre essas opacidades, determinando um padrão de *crazy paving*, com bronquiectasias de tração, perda de volume e consolidação<sup>(1,5)</sup>.

As alterações tomográficas podem ocorrer de acordo com o local da radiação, como alterações bilaterais paramediastinais observadas no linfoma, opacidades biapicais vistas nos cânceres de cabeça e pescoço e de esôfago, e opacidades nas regiões anterolaterais do pulmão encontradas no câncer de



**Figura 1.** Cortes tomográficas axial (A) e sagital (B) demonstrando opacidades em vidro fosco periféricas na região do local irradiado em uma paciente com antecedente de câncer de mama à direita e tratamento radioterápico há quatro semanas.



**Figura 2.** Imagens tomográficas de cortes coronal (A) e axial (B,C) apresentando sinais de distorção arquitetural, caracterizados por redução volumétrica, opacidades retráteis e bronquiectasias cilíndricas e varicosas bilaterais, com predomínio nos campos pulmonares superiores em um paciente com antecedente de linfoma tratado com quimioterapia e radioterapia há 20 anos.

mama<sup>(1)</sup>.

Raramente, a lesão pulmonar induzida por radiação pode se manifestar como pneumonia em organização, que se acredita ser mediada imunologicamente e, geralmente, ocorre de 6 semanas a 10 meses após a radioterapia, sendo diagnóstico de exclusão<sup>(1,2)</sup>.

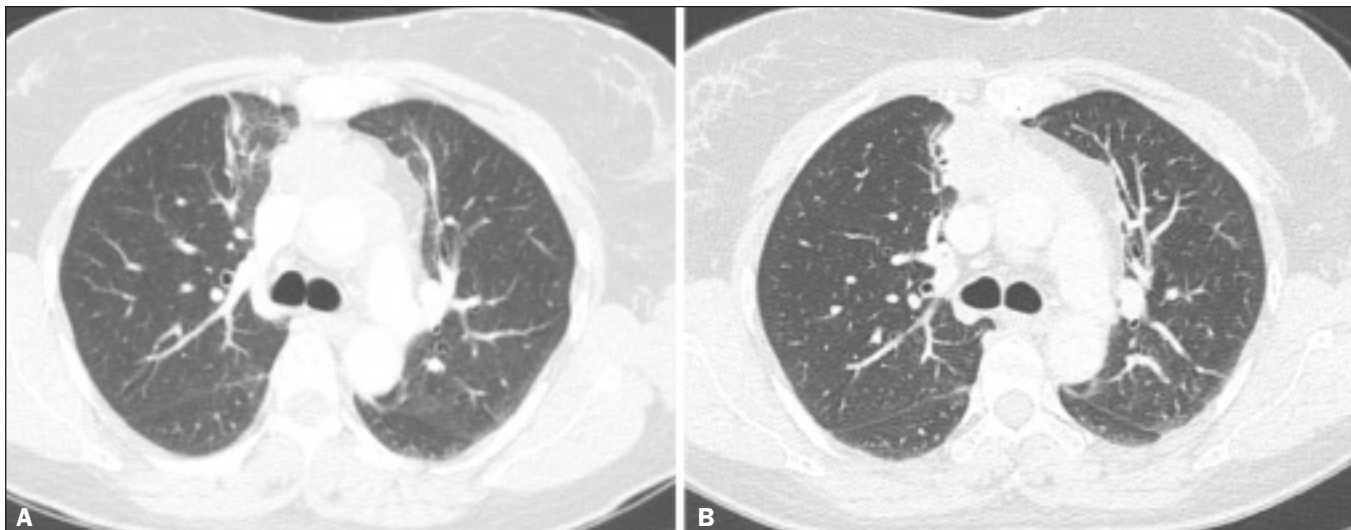
Com o uso das opções de radioterapia mais recentes, como a conformacional, a de intensidade modulada e a estereotáxica, há diferentes formas de alterações pulmonares. Há a que se assemelha ao modo de tratamento radioterápico convencional, conhecida como padrão convencional modificado (Figura 3), a

de padrão cicatricial (Figura 4) e a de padrão de massa (Figura 5), sendo a segunda caracterizada por opacidade em forma de banda e a última caracterizada como opacidade com ou sem broncograma aéreo<sup>(1,5)</sup>.

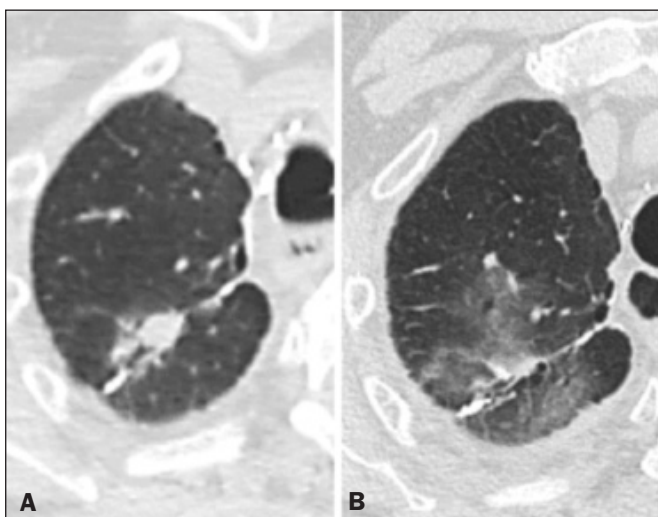
Deve-se estar atento para eventual metabolismo glicolítico nas alterações actínicas pulmonares – é ideal aguardar cerca de seis meses após a conclusão da radioterapia para evitar resultados falsamente positivos na PET/CT com <sup>18</sup>FDG (Figura 6)<sup>(4,4)</sup>.

#### PLEURA

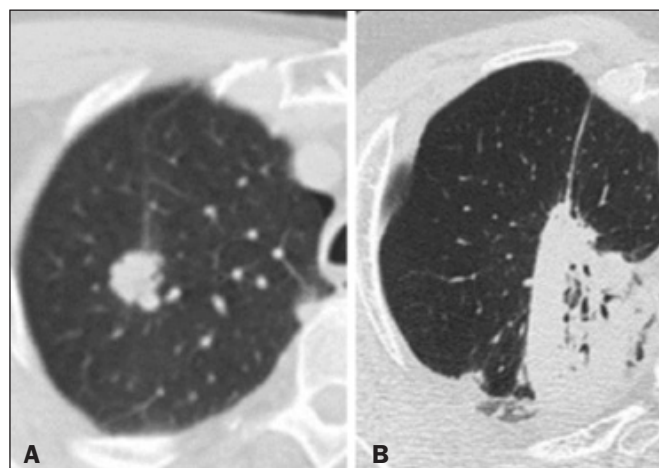
Derrames pleurais geralmente são vistos dentro de seis



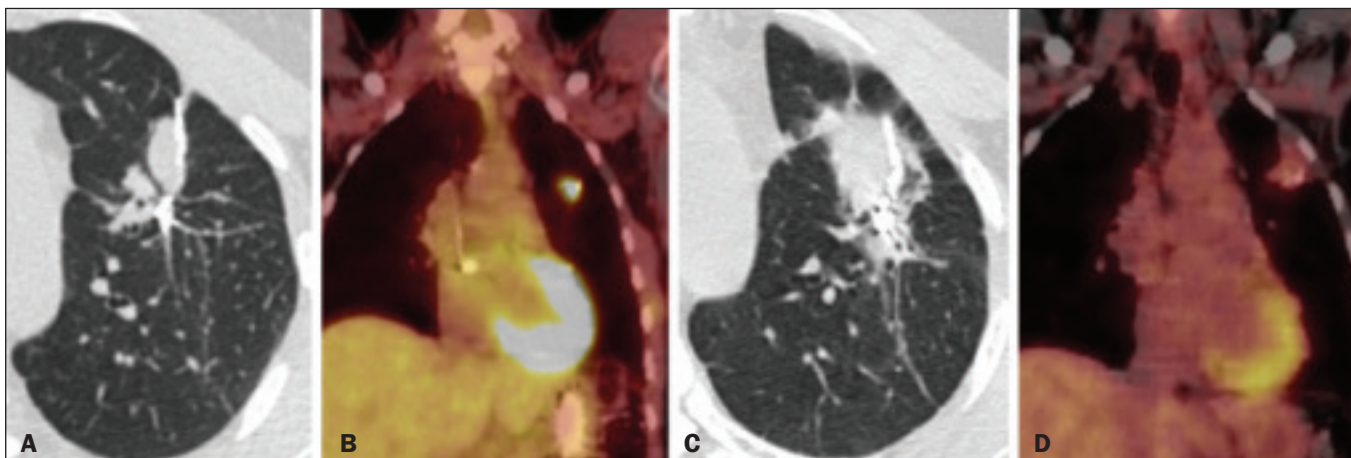
**Figura 3.** Paciente com antecedente de timoma (A), com opacidades em vidro fosco nas regiões paramediastinais, principalmente à direita. Após oito meses (B), houve evolução dos achados, com predomínio de opacidades retráteis e redução volumétrica, inferindo fase fibrótica da lesão actínica.



**Figura 4. A:** Paciente com recidiva de nódulo pulmonar. **B:** Após seis meses de radioterapia estereotáxica, evoluiu com opacidade linear atelectásica, com padrão de cicatriz e opacidades em vidro fosco adjacentes no local da radioterapia.



**Figura 5. A:** Paciente apresentando nódulo pulmonar de contornos irregulares no ápice direito, com diagnóstico de adenocarcinoma pulmonar. **B:** Após nove meses de radioterapia estereotáxica, não mais se delimita o nódulo, observando-se área de consolidação na sua localização, com alguns broncogramas aéreos e distorção da arquitetura pulmonar local, achados característicos do padrão de massa.



**Figura 6.** Metástase pulmonar de carcinoma de adrenal em corte tomográfico (A) e na PET/CT com  $^{18}\text{F}$ FDG (B), com SUV de 6,1. **C,D:** Controle após 15 meses de tratamento com radioterapia estereotáxica demonstrando evolução para fibrose actínica do tipo massa (C), com SUV baixo (< 5) (D).



meses após o término do tratamento radioterápico, e o espessamento pleural pode ser um efeito tardio da radioterapia, inclusive podendo também esboçar captação de  $^{18}\text{F}$ FDG na PET/CT. No entanto, o surgimento ou o aumento do derrame pleural depois de decorridos seis meses, ou o desenvolvimento de espessamento nodular, são suspeitos para recorrência<sup>(1,5,6)</sup>.

## CORAÇÃO

Os efeitos cardíacos podem ser indiretos, como desenvolvimento de hipertensão pulmonar ou dilatação do ventrículo direito, ou diretos, quando há danos nas artérias coronárias, válvulas, pericárdio ou miocárdio, e tais efeitos cardíacos costumam se desenvolver anos após a radioterapia<sup>(1)</sup>.

A radioterapia pode afetar diretamente o miocárdio, induzindo fibrose miocárdica, geralmente se manifestando como cardiomiopatia restritiva. Em relação às artérias coronarianas, a estenose geralmente afeta as porções proximais, com risco de doenças isquêmicas do coração. É indicada a avaliação periódica de 5 a 10 anos após a radioterapia, especialmente em pacientes jovens, com dose total de radiação no tórax de 30 a 40 Gy<sup>(1,2,7)</sup>.

As doenças valvares consequentes à radioterapia variam desde espessamento valvar e fibrose até calcificação, sendo mais comum o envolvimento das valvas aórtica e mitral<sup>(1,7)</sup>.

## PERICÁRDIO

A agressão ao pericárdio pode ser aguda ou crônica. O derrame pericárdico é o achado mais comum da pericardite aguda (Figura 7), que ocorre semanas após a radioterapia e se correlaciona diretamente com o tamanho do campo irradiado e a dose de radiação. Alguns podem evoluir para pericardite crônica com derrame, tamponamento ou constrição pericárdica, sendo a complicação mais preocupante a pericardite constriativa. A tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM) são úteis para definir o espessamento pericárdico. Para o diagnóstico de pericardite constriativa, a TC caracteriza mais precisamente as calcificações e a RM demonstra o espes-



**Figura 7.** Corte tomográfico axial sem contraste mostrando moderado derrame pericárdico em paciente após tratamento radioterápico para câncer de mama à esquerda.

samento pericárdico, a dilatação venosa sistêmica, a retificação septal, inclusive com movimento paradoxal do septo interventricular nas sequências cine<sup>(1,2,7)</sup>.

## GRANDES VASOS

Qualquer vaso incluído no campo da radiação pode ser afetado, podendo ser caracterizado por disfunção endotelial, lesão dos *vasa vasorum* e aterosclerose. Estenoses podem ser um achado típico de vasculite pós-irradiação. Calcificações, oclusão vascular e pseudoaneurismas podem ser achados crônicos<sup>(1)</sup>.

## ESÔFAGO

O risco de desenvolver complicações esofágicas depende da dose de radiação, do método de radiação e do tratamento quimioterápico. Os efeitos adversos podem ser divididos em agudos e crônicos. Os efeitos agudos se manifestam com dismotilidade esofágica e esofagite, que ocorrem durante ou imediatamente após o tratamento, e geralmente desaparecem dentro de 4 a 6 semanas; a esofagite se manifesta como espessamento simétrico da parede esofágica em toda a sua extensão (Figura 8). Os efeitos tardios ocorrem meses a anos após a irradiação; as estenoses são incomuns, mas podem ocorrer de 3 a 18 meses após a radioterapia, podendo evoluir para ulceração crônica, perfuração ou fistulização<sup>(1,2)</sup>.

## MAMA

Na fase aguda, pode haver espessamento cutâneo difuso. Necrose gordurosa e calcificações distróficas também podem ser observadas. A retração da pele e redução do volume podem ocorrer tardiamente após o tratamento<sup>(1)</sup>.

## OSSOS

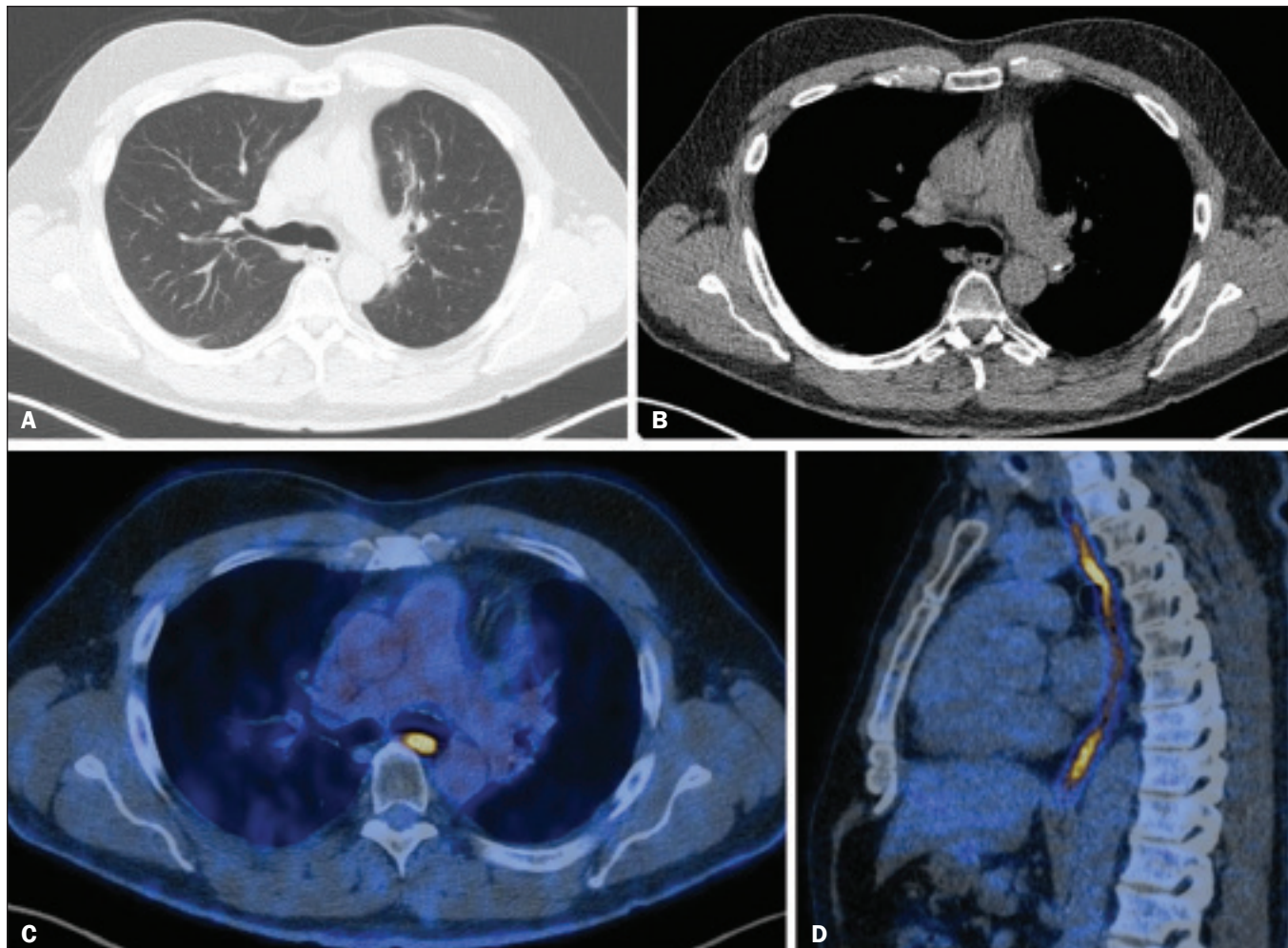
O grau de lesão óssea induzida por radiação é dependente da idade do paciente, da dose administrada e do volume de tecido irradiado. Os principais ossos acometidos são costelas, clavícula, úmero e escápula. Primeiramente, há edema, caracterizado por aumento do sinal em T2 na RM. Com 2 a 8 semanas, a gordura substitui a medula óssea, caracterizada por áreas de alto sinal em T1. As alterações mais tardias são observadas após um ano, com rarefação óssea, podendo haver fraturas costais e osteorradição, que é caracterizada por áreas de densidade óssea heterogênea, sendo diferenciada de tumores pela presença de múltiplas lesões no campo irradiado, ausência de reação periosteal e estabilidade<sup>(1,6)</sup>.

## TIMO

Uma das complicações é a formação de cistos tímicos, que podem ser observados nas tomografias como imagens arredondadas homogêneas e hipotenuantes<sup>(1,2)</sup>.

## LINFONODOS

Calcificações podem surgir nos linfonodos após a radioterapia, geralmente se iniciam cerca de um ano após o tratamento



**Figura 8.** Paciente com antecedente de neoplasia pulmonar tratada com radioterapia, evoluindo com opacidades retráteis e em vidro fosco peri-hilares à esquerda (A) e leve espessamento das paredes esofágicas (B). Na PET/CT com <sup>18</sup>F-DG, cortes axial (C) e sagital (D), observa-se aumento da atividade metabólica no esôfago, inferindo processo inflamatório actínico (esofagite).

e podem se tornar cada vez mais densas ao longo dos anos<sup>(1,2)</sup>.

## CONCLUSÃO

Mesmo com o desenvolvimento de diversos tratamentos radioterápicos, há ainda efeitos colaterais em razão da proximidade das estruturas vizinhas. O radiologista precisa compreender essas alterações para interpretar adequadamente os achados e identificar as complicações e recidivas que causam mudanças no manejo desses pacientes.

## REFERÊNCIAS

1. Benveniste MF, Gomez D, Carter BW, et al. Recognizing radiation therapy-related complications in the chest. *Radiographics*. 2019;39:344–66.
2. Mesurolle B, Qanadli SD, Merad M, et al. Unusual radiologic findings in the thorax after radiation therapy. *Radiographics*. 2000;20:67–81.
3. Coelho FMA, Rodrigues LBQ, Panizza PSB, et al. Abdominal imaging findings after radiation therapy. *Radiographics*. 2020;40:120–1.
4. Larici AR, del Ciello A, Maggi F, et al. Lung abnormalities at multimodality imaging after radiation therapy for non-small cell lung cancer. *Radiographics*. 2011;31:771–89.

5. Choi YW, Munden RF, Erasmus JJ, et al. Effects of radiation therapy on the lung: radiologic appearances and differential diagnosis. *Radiographics*. 2004;24:985–98.
6. Libshitz HI, DuBrow RA, Loyer EM, et al. Radiation change in normal organs: an overview of body imaging. *Eur Radiol*. 1996;6:786–95.
7. Groarke JD, Nguyen PL, Nohria A, et al. Cardiovascular complications of radiation therapy for thoracic malignancies: the role for non-invasive imaging for detection of cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2014;35:612–23.

