

Refinando a avaliação das lesões BI-RADS 4 na ressonância magnética das mamas

Refining the assessment of BI-RADS 4 lesions on breast magnetic resonance imaging

Luciana Graziano^{1,a}, Bianca Miranda Lago^{1,b}, Camila Souza Guatelli^{1,c}, Juliana Alves^{1,d}, Mariah Carneiro Wanderley^{1,e}, Vinicius Cardona Felipe^{1,f}, Almir Galvão Vieira Bitencourt^{1,g}

1. A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Dra. Bianca Miranda Lago. A.C.Camargo Cancer Center. Rua Professor Antônio Prudente, 211, Liberdade. São Paulo, SP, Brasil, 01509-010. E-mail: lagobianca@hotmail.com.

a. <https://orcid.org/0000-0001-6953-4869>; b. <https://orcid.org/0000-0002-0066-0709>; c. <https://orcid.org/0000-0003-3350-5489>; d. <https://orcid.org/0000-0003-4694-8190>; e. <https://orcid.org/0000-0001-5389-638X>; f. <https://orcid.org/0000-0001-7468-3113>; g. <https://orcid.org/0000-0003-0192-9885>.

Submetido em 21/3/2025. Revisado em 15/8/2025. Aceito em 18/9/2025.

Como citar este artigo:

Graziano L, Lago BM, Guatelli CS, Alves J, Wanderley MC, Felipe VC, Bitencourt AGV. Refinando a avaliação das lesões BI-RADS 4 na ressonância magnética das mamas. Radiol Bras. 2025;58:e20250035.

Resumo **Objetivo:** Avaliar o valor preditivo positivo (VPP) das características de imagem de lesões mamárias classificadas na categoria BI-RADS 4 (risco de malignidade > 2% a < 95%) na ressonância magnética (RM), com a finalidade de criar um algoritmo para subcategorizar essas lesões.

Materiais e Métodos: Estudo retrospectivo que incluiu 199 lesões (131 nódulos e 68 realces não nodulares) classificadas como categoria BI-RADS 4 pela RM das mamas. Foram excluídas 93 lesões por tratar-se de linfonodos, lesões não biopsiadas ou sem seguimento na instituição, achados adicionais na mama com diagnóstico estabelecido para malignidade e submetidas a mastectomia sem investigação adicional, e exames com falha no arquivo digital. A análise multivariada foi realizada para identificar os descritores mais relevantes para prever malignidade e construir um algoritmo para subcategorizar as lesões em 4A, 4B e 4C. Em seguida, o algoritmo foi testado por quatro radiologistas de mamas em outras 95 pacientes com lesões de mama classificadas como BI-RADS 4 na RM (27 lesões malignas; 28,4%).

Resultados: Os descritores estatisticamente associados a malignidade na análise multivariada dos nódulos foram realce de fundo do parênquima, margens e fase inicial da curva cinética. Foi desenvolvido um algoritmo utilizando esses recursos e o VPP obtido para cada categoria foi de 4,3% para BI-RADS 4A, 21,4% para BI-RADS 4B e 78,9% para BI-RADS 4C. Na validação do algoritmo por quatro radiologistas mamários, o VPP das subcategorias estava nas faixas de malignidade especificadas pelo BI-RADS em quase todas as situações, exceto o de um observador que registrou VPP de 11,1% para categoria 4A do BI-RADS, e de outro observador que encontrou VPP de 46,4% para categoria 4C do BI-RADS.

Conclusão: O algoritmo proposto foi útil na subdivisão de lesões de massa BI-RADS 4 na RM e mostrou melhor concordância entre os observadores do que a análise subjetiva.

Unitermos: Neoplasias da mama/diagnóstico por imagem; Sistemas de informação em radiologia/normas; Ressonância magnética.

Abstract **Objective:** To evaluate the positive predictive value (PPV) of the imaging characteristics of breast lesions classified as BI-RADS category 4 (risk of malignancy > 2% to < 95%) on magnetic resonance imaging (MRI), in order to create an algorithm to subcategorize such lesions.

Materials and Methods: This was a retrospective study including 199 breast lesions (131 nodules and 68 non-mass lesions) classified as BI-RADS 4 on MRI. Of the 199 lesions, 93 were excluded, for various reasons: they were lymph nodes; they were not biopsied or were not followed at our center; they were additional findings in patients with an established diagnosis of malignancy who underwent mastectomy without further investigation; or they were identified in examinations that were not recovered from the digital archive. Multivariate analysis was performed to identify the most relevant descriptors to predict malignancy and to build an algorithm to subcategorize lesions into BI-RADS 4A, 4B, and 4C. Four breast radiologists then tested the algorithm in another 95 patients with breast lesions classified as BI-RADS 4 on MRI, 27 (28.4%) of those lesions having previously been classified as malignant.

Results: The descriptors statistically associated with malignancy in the multivariate analysis of the nodules were background parenchymal enhancement, margins, and the initial phase of the kinetic curve. An algorithm was developed by using these resources, and the PPV obtained for each category was 4.3% for BI-RADS 4A, 21.4% for BI-RADS 4B, and 78.9% for BI-RADS 4C. In the validation of the algorithm by the four breast radiologists, the PPV of the subcategories was within the BI-RADS malignancy ranges in almost all situations, the exceptions being the 11.1% that one evaluator obtained for category 4A and the 46.4% obtained for category 4C by another evaluator.

Conclusion: The objective analysis employing the proposed algorithm proved useful for subdividing BI-RADS 4 mass lesions on MRI and showed better interobserver agreement than did the subjective analysis.

Keywords: Breast neoplasms/diagnostic imaging; Radiology information systems/standards; Magnetic resonance imaging.

INTRODUÇÃO

O câncer de mama é a neoplasia maligna mais comum em mulheres no mundo. De acordo com estatísticas publicadas pelo Instituto Nacional de Câncer, no Brasil são esperados 73.000 casos de câncer de mama feminino para o triênio 2023–2025^(1,2). Essa alta incidência está relacionada a múltiplos fatores, incluindo mudança de estilo de vida, fatores endócrinos, história reprodutiva, fatores comportamentais, ambientais e genéticos⁽³⁾. A principal estratégia para reduzir a mortalidade por câncer de mama é por meio do diagnóstico precoce. Nesse contexto, os métodos de imagem são essenciais, permitindo a identificação da doença em estágios iniciais, quando as chances de cura são maiores.

Os métodos de imagem da mama, como mamografia, ultrassonografia e ressonância magnética (RM), desempenham papel fundamental na identificação e investigação de lesões mamárias, tanto em exames de rastreamento em mulheres assintomáticas como em exames de diagnóstico nas mulheres com queixas clínicas ou alterações em exames prévios. O sistema Breast Imaging Reporting And Data System (BI-RADS), do Colégio Americano de Radiologia, padroniza os laudos de imagem da mama, classificando os achados para orientar a conduta clínica, auxiliando na diferenciação entre alterações benignas e suspeitas, garantindo um melhor acompanhamento das pacientes. Entretanto, a taxa de malignidade das biópsias das lesões classificadas como suspeitas (categoria BI-RADS 4) é de apenas 10% a 30%, e isto significa que a maioria das biópsias que são realizadas apresenta resultado benigno, gerando um desconforto à paciente e ansiedade desnecessária, além de aumentar os custos do sistema de saúde⁽⁴⁾.

A RM das mamas é o método de imagem com maior sensibilidade para o diagnóstico do câncer de mama. No entanto, o risco de malignidade para as lesões classificadas como suspeitas que se enquadram na categoria BI-RADS 4 é muito variável⁽⁵⁾, e o valor preditivo positivo (VPP) das lesões biopsiadas com base nos achados da RM varia entre 20% e 60%^(6,7). Por este motivo, o BI-RADS passou a sugerir a subdivisão da categoria 4 – risco de malignidade variando de 2% a 95% – em 4A (baixa suspeita de malignidade: variação de 2% a 10%), 4B (média suspeita de malignidade: variação de 11% a 50%) e 4C (alta suspeita para malignidade: variação de 51% a 96%). Entretanto, ainda não existem critérios bem estabelecidos para essa subdivisão da categoria 4 na RM.

O objetivo deste estudo foi avaliar o VPP das características de imagem de lesões mamárias classificadas na categoria BI-RADS 4 pela RM, com a finalidade de criar um algoritmo para subcategorizar essas lesões em 4A, 4B e 4C.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo e população

Após aprovação pelo comitê de ética em pesquisa da instituição, foi realizado um estudo observacional, retrospectivo e unicêntrico, que incluiu pacientes submetidas

a RM de mamas que apresentaram lesões previamente classificadas na categoria BI-RADS 4. No período de setembro/2016 a setembro/2017, foram realizados 2.700 exames de RM das mamas no serviço, sendo identificadas 292 lesões classificadas na categoria BI-RADS 4. Foram excluídas 93 lesões por tratar-se de linfonodos axilares com achados suspeitos ($n = 31$), lesões não biopsiadas e sem seguimento na instituição ($n = 18$), achados adicionais na mama de pacientes com diagnóstico estabelecido para malignidade que não realizaram investigação adicional ($n = 13$) e exames com falha de recuperação das imagens no arquivo digital ($n = 31$). O grupo final consistiu de 199 lesões classificadas como BI-RADS 4 em 166 pacientes (135 pacientes com uma lesão, 29 pacientes com duas lesões e duas pacientes com três lesões). A média de idade das pacientes foi 49,8 anos (desvio-padrão, 11,9; variação, 26 a 82 anos; mediana, 48 anos). Quarenta e uma pacientes (27,1%) apresentaram histórico familiar positivo para câncer de mama, 26 (13,1%) apresentaram histórico pessoal prévio de câncer de mama e 52 (26,1%) apresentaram câncer de mama atual (sem tratamento).

Um segundo grupo independente de pacientes ($n = 95$) foi incluído no estudo. Essas pacientes também apresentavam lesões classificadas como BI-RADS 4 e foram avaliadas por quatro outros radiologistas (com experiência de 2 a 12 anos em imagiologia mamária), utilizando os mesmos critérios de inclusão e exclusão descritos anteriormente. As análises desse grupo foram realizadas de forma objetiva, conforme descrito na seção de resultados.

Protocolo do exame de RM das mamas

As imagens de RM são adquiridas com paciente em decúbito ventral em aparelho de 1,5T – Signa HDxt (GE Healthcare, Milwaukee, WI, EUA) ou Ingenia (Philips Healthcare, Best, Holanda) – usando bobina dedicada para mama. As imagens realizadas antes e após a utilização de meio de contraste intravenoso inicia-se com um *scout view* que permite localizar a distribuição espacial do tecido mamário e a partir do qual são planejadas as demais sequências. São realizadas as seguintes sequências:

- pré-contraste, gradiente-eco em T1, tridimensional, no plano axial, com parâmetros 4.3/1.4; *flip angle*, 12°; *field of view*, 320 × 320; matriz, 307 × 512; *signal average*, 1; cortes de 2,5 mm de espessura;
- pré-contraste, T2/STIR (TR/TE, 4,500/97; matriz, 384 × 512), no plano sagital, de ambas as mamas, com cortes de 4 mm de espessura;
- pré-contraste, sequência em difusão, ASSET *echo-planar imaging* no plano axial (4,000/94; matriz, 192 × 192; *signal average*, 3; espessura de corte, 3 mm; *distance factor*, 20%). A sensibilização dos gradientes de difusão é aplicada em duas direções ortogonais com os valores de b 0 e 750 s/mm² difusão.
- exame dinâmico: cinco sequências em gradiente-eco em T1, tridimensional, no plano axial, com supressão de

gordura sem intervalo de tempo entre elas. O contraste utilizado foi o gadolínio, na dose de 0,1 mL/kg de peso (Gadovist, Bayer Schering Pharma AG, Berlim, Alemanha) ou 0,20 mL/kg (Dotarem, Guerbet, Roissy, França), seguido de injeção “em bolo” de 20 mL de solução salina. A primeira imagem é obtida antes da injeção do contraste, a segunda, 20 segundos após a injeção do contraste, e as demais em sequência nos minutos seguintes. A partir das imagens dinâmicas são obtidas imagens pós-processamento realizadas após o fim do exame, subtraindo-se a imagem antes do contraste das imagens após o contraste para aumentar a visualização das estruturas que realçam, entre as quais as áreas de realce a serem analisadas;

- pós-contraste, gradiente-eco em T1, tridimensional, no plano sagital, de ambas as mamas, com alta resolução espacial, cortes de 1 mm de espessura e saturação de gordura.

Análise das imagens

As imagens dos exames foram revisadas por dois médicos radiologistas, com experiência de 10 e 11 anos em imaginologia mamária, e classificadas de acordo com os critérios estabelecidos pelo BI-RADS. Cada radiologista revisou, independentemente, as lesões selecionadas BI-RADS 4, sem o relatório original, dados clínicos, imagens de estudos anteriores e resultados patológicos.

Foram avaliados a composição da mama (predominantemente adiposa, tecido fibroglandular esparsa, heterogeneamente fibroglandular, extremamente fibroglandular), o padrão de realce de fundo do parênquima mamário (mínimo, leve, moderado, acentuado), o tipo de lesão (nódulo, realce não nodular) e a curva cinética (persistente, platô, *washout*). As lesões nodulares, definidas como lesões que ocupam espaço, ≥ 5 mm, foram avaliadas quanto a forma (redonda, oval, irregular), margem (circunscrita, irregular, espiculada) e realce (homogêneo, heterogêneo, periférico, traves internas não captantes). As lesões não nodulares, caracterizadas por definição como as que não ocupam espaço definido, foram avaliadas quanto a distribuição (focal, linear ou ductal, regional, segmentar, múltiplas áreas) e padrão de realce interno (homogêneo, heterogêneo, *clumped*, *clustered rings*).

A subclassificação “subjativa” da categoria 4 em 4A, 4B e 4C também foi realizada pelos avaliadores, como uma tentativa para estratificar o risco das lesões. Foram considerados como padrão ouro os resultados histológicos de biópsias percutâneas ou cirúrgicas das lesões com resultado compatível com aspecto de imagem, ou para as pacientes sem biópsia, o acompanhamento clínico e por imagem por pelo menos dois anos foi realizado para demonstrar estabilidade do achado.

Análise estatística

Os dados obtidos foram armazenados em um banco de dados pelo *software* REDCap (Vanderbilt University,

Nashville, TN, EUA) e utilizados para análise estatística pelo programa SPSS versão 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). A análise descritiva das variáveis categóricas foi realizada com base no cálculo das frequências simples e relativas. Foi analisada a concordância interobservador das variáveis, calculada usando análise kappa. O valor de kappa entre 0,01–0,20 foi considerado pouca concordância; entre 0,21–0,40, concordância justa; entre 0,41–0,60, concordância moderada; entre 0,61–0,80, concordância substancial; e entre 0,81–0,99, concordância quase perfeita⁽⁸⁾.

Para análise estatística, foi utilizado o teste t de Student (ou não paramétrico de Mann-Whitney, conforme indicação) para comparação de variáveis escalares entre dois grupos. Em caso de três ou mais grupos, foi utilizado o teste de análise de variância ou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para estudo das variáveis categóricas, foram utilizadas tabelas 2×2 e 2×3 , com avaliação da significância estatística pelo teste do qui-quadrado de Pearson com correção de Yates ou teste exato de Fisher, quando indicado. Foram considerados estatisticamente significantes os resultados que tiveram probabilidade de erro tipo I menor ou igual a 5% ($p \leq 0,05$).

Para análise multivariada, foi realizada regressão logística binária, utilizando o resultado (benigno vs. maligno) como variável dependente. No modelo de regressão, foram incluídas como variáveis preditoras as com $p < 0,10$ na análise univariada. Foi calculado o *odds ratio* de todas as variáveis e foram considerados estatisticamente significantes os resultados com $p < 0,05$. Os resultados do modelo final da regressão foram utilizados para elaboração de um algoritmo para subclassificação “objetiva” das lesões em BI-RADS 4A, 4B e 4C, de acordo com a probabilidade de malignidade dos achados mais significativos. Por fim, o algoritmo proposto foi testado por quatro radiologistas em outra amostra independente composta por 95 pacientes com lesões de mama também classificadas como BI-RADS 4 na RM (27 lesões malignas; 28,4%).

RESULTADOS

Foram avaliados dois grupos independentes: o primeiro, composto por 199 lesões (análise subjativa), e o segundo, composto por 95 lesões (análise objetiva), este avaliado por outros quatro radiologistas, utilizando os mesmos critérios de inclusão e exclusão descritos na seção de métodos.

Das 199 lesões analisadas na amostra inicial, 185 foram submetidas a biópsia, resultando em 140 (75,6%) resultados benignos e 45 (24,3%) resultados malignos (Tabela 1). As demais 14 lesões (7,5%) não tiveram nenhuma investigação, porém, apresentaram-se estáveis por mais de dois anos, inferindo benignidade. Os descritores avaliados na RM e a variabilidade interobservador estão descritos na Tabela 2, mostrando concordância boa ou ótima na maioria dos descritores.

Na análise univariada entre os descritores do BI-RADS e o resultado histológico, as variáveis que apresentaram

Tabela 1—Diagnóstico histológico das lesões mamárias benignas e malignas.

Diagnóstico histológico	(N = 185)*
Lesões benignas, n (%)	140 (75,7)
Fibroadenoma	27 (14,6)
Fibrose estromal	23 (12,4)
Papiloma	22 (11,9)
Outros achados [†]	67 (36,8)
Lesões malignas, n (%)	45 (24,3)
Carcinoma invasivo de tipo não especial	18 (9,7)
Carcinoma ductal <i>in situ</i>	14 (7,6)
Carcinoma lobular invasivo	6 (3,2)
Carcinoma papilífero	3 (1,6)
Carcinoma tubular	1 (0,5)
Carcinoma adenoide cístico	1 (0,5)
Tumor filodes maligno	1 (0,5)
Linfoma não-Hodgkin	1 (0,5)

* 14 das 197 lesões não foram biopsiadas. [†] Outras lesões benignas (n = 45), cicatriz radiada (n = 3), adenoma tubular (n = 2), hiperplasia estromal pseudoangiomatosa (n = 9), hiperplasia ductal atípica confirmada na cirurgia (n = 5), hiperplasia lobular atípica (n = 1), lesão esclerosante complexa (n = 1), neoplasia lobular (n = 1).

associação estatisticamente significativa com maior risco de malignidade foram: composição da mama, realce de fundo do parênquima, morfologia, margens e curva cinética (fases inicial e tardia) das lesões nodulares (Tabela 3). Na análise multivariada, para os realces nodulares, apenas o realce de fundo do parênquima, as margens e a curva cinética (fase inicial) apresentaram significância estatística, e para os realces não nodulares, somente a distribuição mostrou-se estar relacionada com aumento do risco para malignidade, no entanto, sem significância estatística (Tabela 4).

O VPP para malignidade das lesões nodulares foi também avaliado de acordo com as variáveis que apresentaram diferença estatisticamente significativa, incluindo realce de fundo do parênquima, margens e padrão de realce (fase inicial) da lesão nodular (Tabela 5). Com base nesses valores, foi elaborada uma proposta de algoritmo para subcategorização objetiva das lesões nas subcategorias 4A, 4B e 4C (Figura 1). Na avaliação subjetiva, o VPP de malignidade foi 0% para 4A (0/60), 11,8% para 4B (4/34) e 62,2% para 4C (23/37), em comparação com os resultados da classificação objetiva (Tabela 6). A Figura 2 ilustra casos avaliados utilizando o algoritmo proposto. Não foi possível realizar esta avaliação para as lesões não nodulares, em razão de nenhuma das variáveis avaliadas ter demonstrado associação estatisticamente significativa com malignidade na amostra avaliada.

O algoritmo foi testado por outros quatro radiologistas mamários, que encontraram VPP das subcategorias nas faixas de malignidade especificadas pelo BI-RADS em quase todas as situações, exceto um observador que indicou VPP de 11,1% para categoria 4A e outro que registrou VPP de 46,4% para categoria 4C (Tabela 7). Além disso, houve também melhor concordância entre os radiologistas na subdivisão usando o algoritmo do que na análise subjetiva (ICC: 0,473 × 0,292).

Tabela 2—Achados da RM de mamas e variabilidade interobservador.

Achados da RM	Avaliador 1 (N = 199)	Avaliador 2 (N = 199)	k
Composição da mama, n (%)			0,727
Predominantemente adiposa ou tecido fibroglandular esparsos	58 (29,1)	54 (27,1)	
Heterogeneamente ou extremamente fibroglandular	141 (70,8)	145 (72,9)	
Realce de fundo do parênquima, n (%)			0,693
Mínimo/discreto	142 (71,4)	157 (78,9)	
Moderado/acentuado	57 (28,6)	42 (21,1)	
Tipo de achado, n (%)			0,861
Nódulos	131 (65,8)	141 (70,8)	
Realces não nodulares	67 (34,2)	58 (29,1)	
Nódulos	(n = 131)	(n = 141)	
Forma, n (%)			0,423
Oval	68 (51,9)	105 (74,4)	
Redonda	28 (21,3)	22 (15,6)	
Irregular	35 (26,7)	14 (9,9)	
Margens, n (%)			0,632
Circunscrita	61 (46,6)	73 (51,8)	
Não circunscrita	70 (53,4)	67 (48,2)	
Realce interno, n (%)			0,420
Homogêneo	35 (26,7)	38 (26,9)	
Heterogêneo	88 (61,2)	86 (61,0)	
Periférico	5 (3,8)	13 (0,7)	
Traves internas não captantes	3 (2,3)	3 (2,1)	
Tipo de realce, n (%)			0,517
Ascendente	58 (44,2)	44 (31,2)	
Platô	57 (43,5)	76 (53,9)	
Washout	16 (12,2)	21 (14,9)	
Realces não nodulares	(n = 68)	(n = 58)	
Distribuição, n (%)			0,606
Focal	29 (42,6)	22 (37,9)	
Linear ou ductal	13 (19,1)	15 (25,8)	
Regional	4 (5,9)	5 (8,6)	
Segmentar	21 (14,9)	15 (25,8)	
Múltiplas áreas	1 (1,4)	1 (1,7)	
Realce interno, n (%)			0,613
Homogêneo	24 (35,3)	12 (20,7)	
Heterogêneo	38 (55,9)	35 (60,3)	
Clumped	5 (7,3)	8 (13,8)	
Clustered rings	1 (1,5)	2 (3,4)	
Subdivisão do BI-RADS, n (%)	(N = 199)	(N = 199)	0,500
4A	85 (42,7)	86 (43,2)	
4B	53 (26,6)	58 (29,1)	
4C	61 (30,6)	65 (32,6)	

DISCUSSÃO

O léxico do BI-RADS tem como objetivo uniformizar e padronizar os laudos da imagem da mama. O Atlas BI-RADS fornece exemplos dos descritores, porém há variação na análise e concordância entre os que laudam⁽⁹⁾. A frequência de malignidade encontrada no presente trabalho foi 22,6% (n = 45/199), sendo 20,6% (n = 27/131) para realces nodulares e 26,5% (n = 18/68) para realces

Tabela 3—Distribuição dos descritores do BI-RADS de lesões benignas e malignas com análise estatística univariada.

Variável	Resultado		P*
	Benigno (n = 154)	Maligno (n = 45)	
Composição da mama, n (%)			0,045
Predominantemente adiposas ou tecido fibroglandular esperso	39 (25,3)	19 (42,2)	
Heterogeneamente ou extremamente fibroglandulares	115 (74,7)	26 (57,8)	
Realce de fundo do parênquima, n (%)			0,043
Mínimo ou discreto	104 (67,5)	38 (84,4)	
Moderado ou acentuado	50 (32,5)	7 (15,6)	
Tipo de lesão, n (%)			0,448
Nódulo	104 (67,5)	27 (60,0)	
Realce não nodular	50 (32,5)	18 (40,0)	
Nódulo	(n = 104)	(n = 27)	
Morfologia, n (%)			< 0,0001
Oval ou redondo	84 (80,8)	12 (44,4)	
Irregular	20 (19,2)	15 (55,6)	
Margens, n (%)			< 0,0001
Circunscritas	58 (55,8)	3 (11,1)	
Irregulares ou espiculadas	46 (44,2)	24 (88,9)	
Padrão de realce, n (%)			0,526
Homogêneo ou traves internas não captantes	32 (30,8)	6 (22,2)	
Heterogêneo ou periférico	72 (69,2)	21 (77,8)	
Curva – fase inicial, n (%)			< 0,0001
Lenta ou moderada	111 (84,1)	12 (34,3)	
Rápida	21 (15,9)	23 (65,7)	
Curva – fase tardia, n (%)			< 0,0001
Progressiva	68 (51,5)	3 (8,6)	
Platô	56 (42,4)	23 (65,7)	
Washout	8 (6,1)	9 (25,7)	
Realce não nodular	(n = 50)	(n = 18)	
Distribuição, n (%)			0,169
Focal ou regional ou múltiplas regiões	28 (56,0)	6 (33,3)	
Linear ou segmentar	22 (44,0)	12 (66,7)	
Padrão de realce, n (%)			0,999
Homogêneo	18 (36,0)	6 (33,3)	
Heterogêneo/ <i>clustered rings/clumped</i>	32 (64,0)	12 (66,7)	
Achados adicionais, n (%)	(n = 154)	(n = 45)	0,544
Não	142 (92,2)	40 (88,9)	
Sim	12 (7,8)	5 (11,1)	
Diâmetro do eixo maior (mm)			0,183 [†]
Média ± DP	17,91 (18,48)	24,09 (29,04)	
Mediana (intervalo)	10,5 (3,0–123,0)	12,0 (3,0–150,0)	

* Teste qui-quadrado com correção de continuidade. [†] Teste t de Student para amostras independentes.

não nodulares. Esse achado de malignidade foi semelhante ao relatado em trabalhos publicados, que variou de 22% a 55%⁽¹⁰⁾. Os nossos resultados mais encontrados foram carcinoma invasivo de tipo não especial.

O risco de malignidade para as lesões que se enquadram na categoria BI-RADS 4 é muito variável, de 2% a 95%, e o VPP das lesões biopsiadas com base nos achados da RM varia entre 20% e 60%^(5–7). Um estudo de metanálise que incluiu 18 artigos com 2.556 lesões classificadas com BI-RADS 4 demonstrou que o risco de malignidade pode variar para a categoria 4A de 2,5% a 18,3%, para a

categoria 4B de 23,5% a 57,1%, e para a categoria 4C de 58,0% a 95,2%⁽¹¹⁾. Fujiwara et al.⁽¹²⁾ e Honda et al.⁽¹³⁾ registraram VPPs para categoria 4A de 1,8% (n = 1/55) e 27,8% (n = 5/18), para categoria 4B de 11,8% (n = 9/76) e 79,2% (n = 38/48) e para categoria 4C de 67,5% (n = 54/80) e 98,4% (n = 189/192), respectivamente.

Os valores de referência do BI-RADS para subclassificação da categoria 4 variam de 2% a 10% para 4A, 11% a 50% para 4B e 51% a 96% para 4C. Em nossos resultados, tanto a análise subjetiva quanto a objetiva demonstraram tendência crescente de risco de malignidade da

Tabela 4—Resultados da análise multivariada para cálculo do risco de malignidade das variáveis mais significativas identificadas no modelo final de regressão logística.

Variável	Categorias	Odds ratio	IC 95%	P
Padrão de realce da mama	Moderado ou acentuado	0,206	0,054–0,790	0,021
Realces nodulares: margens	Irregulares ou espiculadas	7,457	1,876–29,632	0,004
Realces nodulares: padrão cinético	Fase inicial – rápida	12,06	3,982–36,573	< 0,0001
Realce não nodular: distribuição	Linear ou segmentar	2,545	0,824–7,863	0,104

Tabela 5—Probabilidade de malignidade das lesões nodulares de acordo com as características significativas na análise multivariada.

n	Padrão de realce da mama	Margens	Curva – fase inicial	Probabilidade de malignidade	IC 95%
29	Mínimo ou leve	Circunscritas	Lenta ou moderada	3,35%	0,90–12,20%
5	Mínimo ou leve	Circunscritas	Rápida	29,50%	9,50–62,50%
30	Mínimo ou leve	Irregulares ou espiculadas	Lenta ou moderada	20,55%	10,30–36,80%
19	Mínimo ou leve	Irregulares ou espiculadas	Rápida	75,73%	55,40–88,70%
22	Moderado ou acentuado	Circunscritas	Lenta ou moderada	0,71%	0,10–4,30%
5	Moderado ou acentuado	Circunscritas	Rápida	7,94%	1,70–30,60%
14	Moderado ou acentuado	Irregulares ou espiculadas	Lenta ou moderada	5,06%	1,30–18,00%
7	Moderado ou acentuado	Irregulares ou espiculadas	Rápida	39,13%	15,80–68,80%

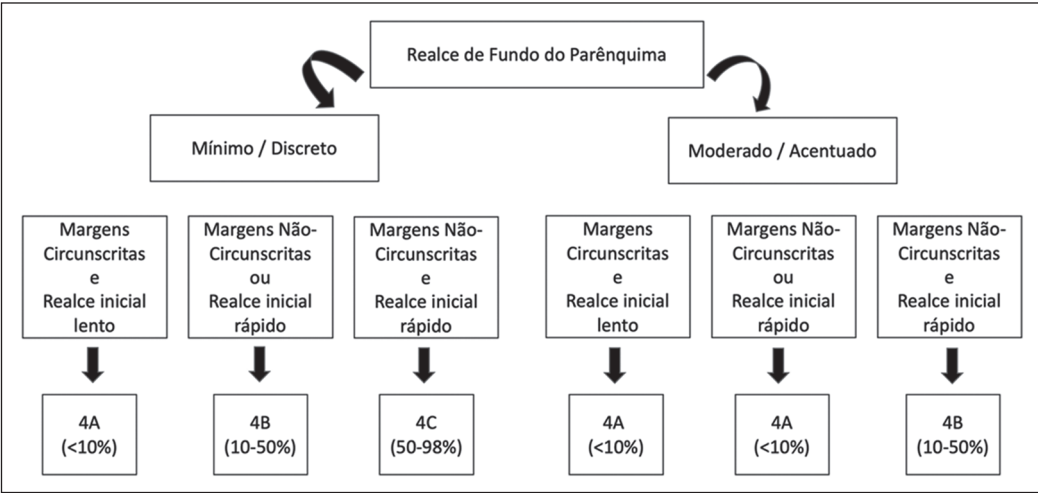


Figura 1. Algoritmo proposto para classificação objetiva das lesões nodulares em BI-RADS 4A, 4B e 4C.

Tabela 6—Resultados histológicos da avaliação subjetiva e objetiva do BI-RADS nas lesões nodulares (n = 131).

BI-RADS para realce nodular	Benigno n (%)	Maligno n (%)	Total n
Classificação subjetiva			
4 A	60 (100,0)	0 (0,0)	60
4 B	30 (88,2)	4(11,8)	34
4 C	14 (37,8)	23 (62,2)	37
Classificação objetiva			
4 A	67 (95,7)	3 (4,3)	70
4 B	33 (78,6)	9 (21,4)	42
4 C	4 (21,1)	15 (78,9)	19

subcategoria 4A para a 4C. Observa-se, no entanto, que a análise subjetiva apresentou discrepância para a categoria 4A, na qual nenhum caso maligno foi identificado, enquanto a análise objetiva aproximou-se mais dos limites de referência (4,3%). Para as categorias 4B e 4C, ambas as abordagens mostraram concordância com a literatura,

com a classificação objetiva revelando maior proximidade dos valores médios esperados. Honda et al.⁽¹³⁾, em análise de 211 lesões categorias BI-RADS 4 (147 benignas e 64 malignas), encontraram malignidade para somente uma lesão da subcategoria 4A, com VPP de 1,8%. Para as categorias B e C, os valores de VPP foram 11,8% (n = 9/76) e 67,5% (n = 54/80), respectivamente. Não relataram diferenças significativas na distribuição das características do léxico entre as subcategorias, exceto para: margem e realce interno dos realces nodulares, distribuição do realce não nodular, margem circunscrita e septações internas escuras das lesões nodulares, principalmente atribuídos à subcategoria 4A; realce anelar, associado às subcategorias 4B ou 4C; e distribuição segmentar de realce não nodular, relacionada à subcategoria 4C⁽¹³⁾. Resultados semelhantes apresentados por Strigel et al.⁽¹⁴⁾, de análise de 82 lesões mamárias categorias 4, mostraram VPP para 4A, 4B e 4C de 2,5%, 27,6% e 83,3%, respectivamente.

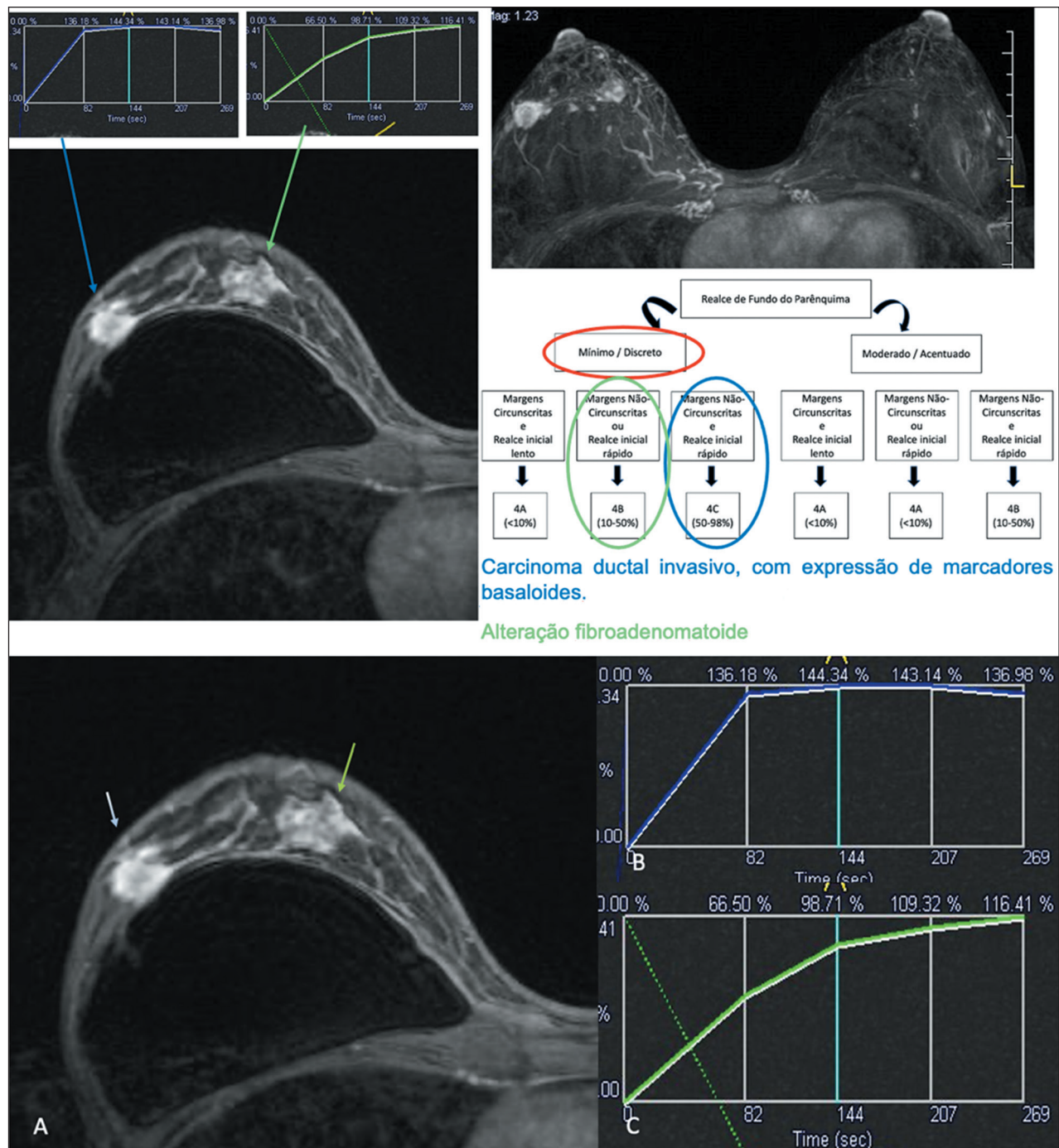


Figura 2. Exemplo de RM das mamas (A) mostrando dois nódulos na mama direita com forma e margens irregulares, realce heterogêneo e padrão cinético com curva com realce inicial precoce para o nódulo da seta azul (B), classificado com BI-RAD 4C, e lento para o nódulo da seta verde (C), classificado como BI-RADS 4B. Os resultados histológicos foram carcinoma mamário invasivo e alteração fibroadenomatóide, respectivamente.

Tabela 7—VPP das subcategorias do BI-RADS 4 na avaliação subjetiva e objetiva utilizando o algoritmo proposto por quatro avaliadores em uma amostra independente (N = 95).

Avaliação	BI-RADS	Avaliador 1 n/N (%)	Avaliador 2 n/N (%)	Avaliador 3 n/N (%)	Avaliador 4 n/N (%)	ICC
Subjetiva	4A	2/41 (4,9)	1/8 (12,5)	1/26 (3,8)	2/29 (6,9)	0,292
	4B	13/40 (32,5)	6/42 (14,3)	15/41 (36,6)	7/33 (21,2)	
	4C	12/14 (85,7)	20/45 (44,4)	11/28 (39,3)	18/32 (54,5)	
Objetiva (algoritmo)	4A	4/46 (8,7)	2/26 (7,7)	1/13 (7,7)	4/36 (11,1)	0,473
	4B	14/37 (37,8)	12/48 (25,0)	13/54 (24,1)	13/42 (31,0)	
	4C	9/12 (75,0)	13/21 (61,9)	13/28 (46,4)	9/16 (56,3)	

Ao analisarmos separadamente os realces nodulares e a probabilidade de malignidade segundo as características significativas na avaliação multivariada, pudemos criar um algoritmo compatível com os valores já conhecidos para a mamografia e ultrassonografia, possível de ser utilizado independentemente da experiência de quem lauda, mostrando ser factível na prática clínica. Nossos resultados mostram que o modelo proposto é aplicável para as lesões nodulares e pode auxiliar objetivamente nas lesões avaliadas pela RM, especialmente para quem está iniciando na radiologia mamária. Tanto a avaliação subjetiva como a objetiva mostraram resultados semelhantes de VPP. A validação do algoritmo proposto também indicou uma melhor concordância entre os radiologistas na subdivisão usando o algoritmo do que na análise subjetiva (ICC: $0,473 \times 0,292$).

A subclassificação da categoria 4 do BI-RADS da RM não é atualmente utilizada em razão da escassez de dados publicados e da precisão da subclassificação⁽¹³⁾. No entanto, nossos resultados apontam para melhora das expectativas dos pacientes e dos médicos em relação à conduta diante de um resultado que indica biópsia. Além disso, facilita e respalda na correlação anatomorradiológica, que é mandatória no manejo pós-procedimento intervencionista.

Algumas limitações encontradas no nosso estudo foram a análise retrospectiva em um único local, o pequeno tamanho da amostra, que limitou especialmente a análise de realces não nodulares, a perda de imagens impossibilitando avaliação de consenso, a ausência do uso do sinal T2 e da difusão para a classificação das lesões. Além disso, deve-se considerar que o estudo incluiu todas as lesões inicialmente classificadas como BI-RADS 4 na RM, mesmo que apresentassem achados de imagem provavelmente benignos que poderiam ter sido classificados na categoria BI-RADS 3. Consideramos que essa parcela de nossa amostra foi classificada como BI-RADS 4 em virtude de outros fatores que aumentam o risco de malignidade, como, por exemplo, lesões novas ou com aumento nas dimensões, pacientes de alto risco ou com tumores malignos conhecidos, e outros critérios que não estão diretamente relacionados às características de imagem.

Mais do que saber indicar o método de investigação diagnóstica a ser utilizado para um achado de BI-RADS 4 pela RM, é importante saber qual a conduta para os achados visualizados somente pela RM. No entanto, a estratificação do BI-RADS 4 pode facilitar para que os pacientes e médicos possam compreender o risco de malignidade e tomar decisão sobre a conduta a ser tomada.

CONCLUSÃO

A subcategorização das lesões nas categorias 4A, 4B e 4C demonstrou ser viável, de acordo com o risco de malignidade estabelecido pelos critérios do léxico BI-RADS, tanto

pela avaliação subjetiva de avaliadores experientes como pela avaliação objetiva utilizando o modelo desenvolvido a partir do VPP dos diferentes descritores utilizados.

O modelo proposto, aplicável nas lesões nodulares, serve de ferramenta especialmente para médicos radiologistas especialistas em mamas que estão iniciando ou para os generalistas que laudam RM de mamas se sentirem mais seguros, garantindo um laudo estruturado e, em casos selecionados, permitindo um acompanhamento personalizado com exames seriados em vez de procedimentos invasivos para as pacientes. Em última análise, essa abordagem pode melhorar a qualidade do atendimento às pacientes, proporcionando um cuidado mais individualizado e eficaz.

Disponibilidade de dados

Os dados referentes a este estudo estarão disponíveis mediante solicitação ao autor correspondente.

REFERÊNCIAS

1. Santos MO, Lima FCS, Martins LFL, et al. Estimativa de incidência de câncer no Brasil, 2023-2025. *Rev Bras Cancerol.* 2023;69:e-213700.
2. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA; 2022.
3. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71:209–49.
4. Zhi H, Xiao XY, Ou B, et al. Could ultrasonic elastography help the diagnosis of small (≤ 2 cm) breast cancer with the usage of sonographic BI-RADS classification? *Eur J Radiol.* 2012;81:3216–21.
5. Kawai M, Kataoka M, Kanao S, et al. The value of lesion size as an adjunct to the BI-RADS-MRI 2013 descriptors in the diagnosis of solitary breast masses. *Magn Reson Med Sci.* 2018;17:203–10.
6. Smith H, Chetlen AL, Schetter S, et al. PPV(3) of suspicious breast MRI findings. *Acad Radiol.* 2014;21:1553–62.
7. Almeida JRM, Gomes AB, Barros TP, et al. Predictive performance of BI-RADS magnetic resonance imaging descriptors in the context of suspicious (category 4) findings. *Radiol Bras.* 2016;49:137–43.
8. Machida Y, Tozaki M, Shimauchi A, et al. Two distinct types of linear distribution in nonmass enhancement at breast MR imaging: difference in positive predictive value between linear and branching patterns. *Radiology.* 2015;276:686–94.
9. Grimm LJ, Anderson AL, Baker JA, et al. Interobserver variability between breast imagers using the fifth edition of the BI-RADS MRI lexicon. *AJR Am J Roentgenol.* 2015;204:1120–4.
10. Liberman L, Mason G, Morris EA, et al. Does size matter? Positive predictive value of MRI-detected breast lesions as a function of lesion size. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;186:426–30.
11. Li J, Zheng H, Cai W, et al. Subclassification of BI-RADS 4 magnetic resonance lesions: a systematic review and meta-analysis. *J Comput Assist Tomogr.* 2020;44:914–20.
12. Fujiwara K, Yamada T, Kanemaki Y, et al. Grading system to categorize breast MRI in BI-RADS 5th edition: a multivariate study of breast mass descriptors in terms of probability of malignancy. *AJR Am J Roentgenol.* 2018;210:W118–W127.
13. Honda M, Kataoka M, Kawaguchi K, et al. Subcategory classifications of Breast Imaging and Data System (BI-RADS) category 4 lesions on MRI. *Jpn J Radiol.* 2021;39:56–65.
14. Strigel RM, Burnside ES, Elezaby M, et al. Utility of BI-RADS assessment category 4 subdivisions for screening breast MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2017;208:1392–9.

