



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

DHENNYFER CHRISTYNE DOS SANTOS LUSTOSA

**CONTRIBUIÇÕES DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA MULTÍPARAMETRICA NA
DETECÇÃO PRECOCE DO CÂNCER DE PRÓSTATA: uma revisão integrativa
da literatura**

**TERESINA
2025**

DHENNYFER CHRISTYNE DOS SANTOS LUSTOSA

CONTRIBUIÇÕES DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA MULTÍPARAMETRICA NA
DETECÇÃO PRECOCE DO CÂNCER DE PRÓSTATA: uma revisão integrativa da
literatura

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jâmeson Ferreira da Silva

TERESINA

2025

CONTRIBUIÇÕES DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA MULTÍPARAMETRICA NA DETECÇÃO PRECOCE DO CÂNCER DE PRÓSTATA: uma revisão integrativa da literatura

Dhennyfer Christyne dos Santos Lustosa¹
Jâmeson Ferreira da Silva²

RESUMO

Considerando que o câncer de próstata representa um grave problema de saúde pública entre os homens e que os métodos diagnósticos convencionais, como o toque retal, o PSA e a biópsia guiada por ultrassonografia transretal, apresentam limitações quanto à sensibilidade e à identificação de tumores clinicamente significativos. Este estudo busca evidenciar novas estratégias diagnósticas mais precisas e analisar as principais contribuições da ressonância magnética multiparamétrica (mpMRI) na detecção precoce do câncer de próstata. Para tanto, procedeu-se a uma revisão integrativa da literatura, com buscas realizadas nas bases SciELO, PubMed e BVS, abrangendo publicações entre 2020 e 2025. Desse modo, observa-se que a mpMRI demonstra elevado valor diagnóstico, permitindo melhor visualização anatômica e funcional da glândula, redução de biópsias desnecessárias e padronização de laudos por meio do sistema PI-RADS v2.1. O que permite concluir que a mpMRI constitui um avanço significativo no diagnóstico por imagem do câncer de próstata, contribuindo para o estadiamento local, o planejamento terapêutico individualizado e a redução da mortalidade associada à doença.

Palavras-chave: câncer de próstata; ressonância magnética multiparamétrica; diagnóstico precoce; PI-RADS; imagem médica.

ABSTRACT

Considering that prostate cancer represents a major public health problem among men and that conventional diagnostic methods, such as digital rectal examination, prostate-specific antigen (PSA) testing, and transrectal ultrasound-guided biopsy, present limitations in sensitivity and in identifying clinically significant tumors, this study seeks to highlight new and more accurate diagnostic strategies. The objective is to analyze the main contributions of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) in the early detection of prostate cancer. To this end, an integrative literature review was conducted through searches in the SciELO, PubMed, and BVS databases, covering publications from 2020 to 2025. Thus, it is observed that mpMRI demonstrates high diagnostic value, allowing better anatomical and functional visualization of the gland, reducing unnecessary biopsies, and standardizing reports through the PI-RADS v2.1 system. These findings allow us to conclude that mpMRI represents a significant advance in prostate cancer imaging diagnosis, contributing to local staging, individualized therapeutic planning, and the reduction of disease-related mortality.

Keywords: prostate cancer; multiparametric magnetic resonance imaging; early diagnosis; PI-RADS; medical imaging.

¹ Graduanda em Tecnologia em Radiologia. IFPI. dhennyferlustosa@gmail.com.

² Doutor em Biologia Celular e Molecular Aplicada à Saúde. IFPI. jameson@ifpi.edu.br

Data de aprovação: 09/12/2025

1 INTRODUÇÃO

A detecção precoce do câncer de próstata é fundamental para reduzir a mortalidade e aumentar as chances de sucesso no tratamento. Métodos tradicionais, como o toque retal e a dosagem do antígeno prostático específico (PSA), são amplamente utilizados na triagem, mas apresentam limitações, como alta taxa de falsos positivos e dificuldade em distinguir tumores indolentes dos agressivos. Além disso, o estigma social e a vergonha, especialmente em relação ao toque retal, levam muitos homens a evitarem esses exames, atrasando o diagnóstico e comprometendo o tratamento precoce (Oliveira Neto *et al.*, 2024).

Outro método amplamente empregado é a biópsia prostática sistemática, geralmente guiada por ultrassonografia transretal (US-TR). Embora tenha sido considerada o padrão por muitos anos, essa técnica baseia-se na coleta de amostras de regiões predefinidas da próstata, sem direcionamento específico para áreas suspeitas. Essa limitação pode resultar na subestimação de tumores clinicamente significativos e na necessidade de repetição do procedimento. Além disso, trata-se de um exame invasivo, sujeito a complicações como infecções, sangramentos e desconforto ao paciente (Kalkan; Caliskan, 2020).

Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA), o câncer de próstata é o mais comum entre os homens no Brasil, excluindo os tumores de pele. Para o período de 2023 a 2025, estima-se cerca de 72 mil novos casos por ano, com mais de 16 mil mortes registradas em 2021. Esses números reforçam a urgência em aprimorar as estratégias diagnósticas e incorporar métodos mais eficazes, como a ressonância magnética multiparamétrica da próstata (mpMRI), que pode melhorar a detecção precoce e reduzir a mortalidade associada à doença (INCA, 2023).

Diante desse cenário, a mpMRI tem se consolidado como uma ferramenta valiosa na prática urológica, oferecendo maior precisão diagnóstica e acurácia na identificação de áreas suspeitas. Combinando sequências anatômicas e funcionais, esse método permite uma avaliação mais detalhada da glândula prostática. A adoção do sistema de relatórios e dados de imagem da próstata (PI-RADS) padronizou a

interpretação dos exames e aprimorou a comunicação entre radiologistas e urologistas (Meneses, 2020).

Assim, o presente estudo busca analisar o papel da mpMRI no diagnóstico do câncer de próstata, destacando suas contribuições clínicas e técnicas, bem como seus impactos na conduta médica contemporânea.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática da literatura, que é uma abordagem estruturada e rigorosa para identificar, selecionar e analisar criticamente os estudos mais relevantes sobre um determinado tema. Esse tipo de revisão busca reunir e avaliar os melhores estudos disponíveis, a partir de critérios bem definidos e uma estratégia de busca minuciosa. A revisão bibliográfica, no contexto desta pesquisa, consiste em uma análise detalhada de estudos publicados previamente, com o objetivo de sintetizar as contribuições mais significativas sobre o uso da mpMRI na detecção precoce do câncer de próstata. O processo inclui diferentes tipos de estudos, como pesquisas clínicas, diagnósticas e prognósticas, buscando garantir a credibilidade e a confiabilidade dos dados incluídos na síntese final (Bispo, 2023).

A etapa de coleta de dados foi realizada entre os meses de fevereiro e junho de 2025, por meio de buscas em três bases de dados reconhecidas por sua relevância científica: Scientific Electronic Library Online (SciELO), National Library of Medicine (PubMed) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A seleção dos artigos foi guiada por descritores específicos, apresentados no Quadro 1, que foram combinados entre si utilizando o operador booleano “and”, conforme as associações também detalhadas nesse quadro. Essa estratégia de busca teve como finalidade garantir a recuperação de publicações pertinentes ao tema proposto, com foco na qualidade e atualidade das evidências.

Quadro 1. Descritores e Operadores.

BASE DE DADOS	COMBINAÇÕES COM OPERADORES BOOLEANOS (PORTUGUÊS E INGLÊS)
---------------	---

SCIELO	"Multiparametric magnetic resonance imaging" (Ressonância magnética multiparamétrica) and "prostate cancer"(câncer de próstata); "Early detection" (Detecção precoce) and "multiparametric magnetic resonance imaging" (ressonância magnética multiparamétrica); "Imaging exams" (Exames de imagem) and "prostate cancer" (câncer de próstata); "Prostatic neoplasms" (Neoplasias da próstata) and "early detection" (detecção precoce).
PUBMED	"Multiparametric magnetic resonance imaging" (Ressonância magnética multiparamétrica) and "prostate cancer" (câncer de próstata); "Early detection" (Detecção precoce) and "multiparametric magnetic resonance imaging" (ressonância magnética multiparamétrica); "Prostatic neoplasms" (Neoplasias da próstata) and "imaging exams" (Exames de imagem); "Prostate cancer" (câncer de próstata) and "early detection" (detecção precoce).
BVS	"Prostatic neoplasms" (neoplasias da próstata) and "early detection" (detecção precoce); "Imaging exams" (exames de imagem) and "prostate cancer" (câncer de próstata); "Multiparametric magnetic resonance imaging" (ressonância magnética multiparamétrica) and "prostatic neoplasms" (neoplasias da próstata); "Early detection" (detecção precoce) and "imaging exams" (exames de imagem).

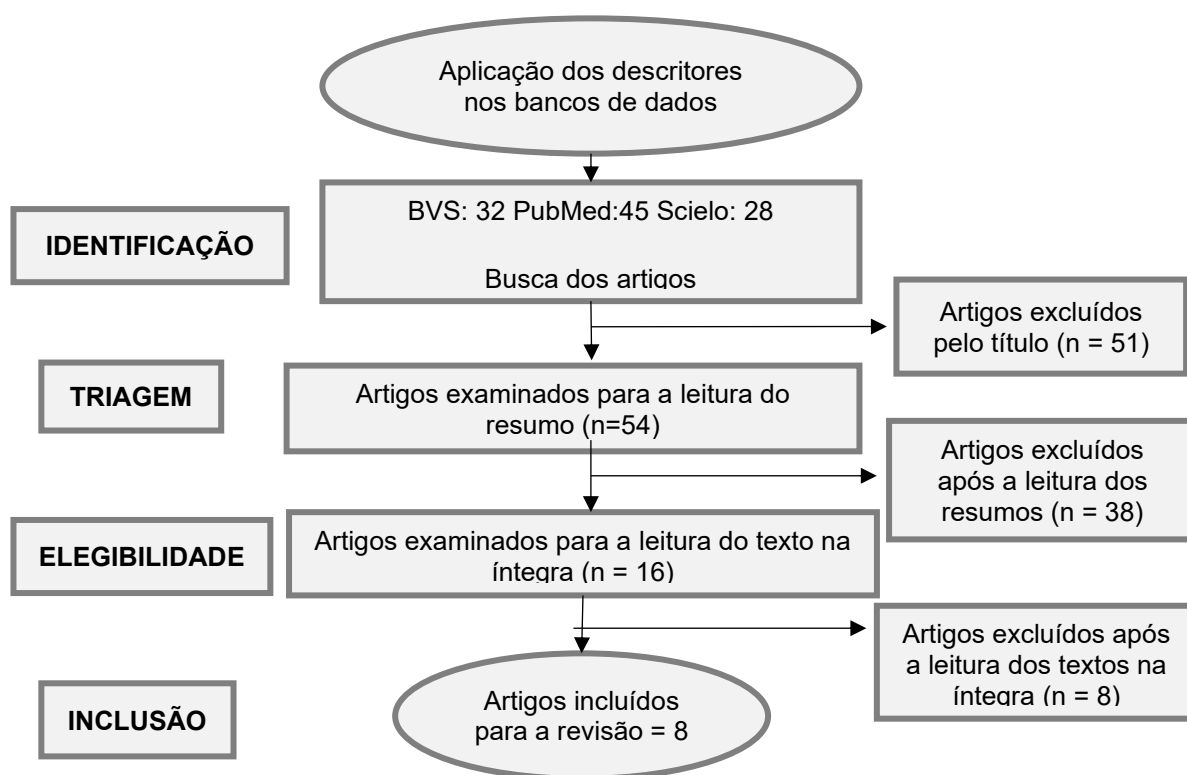
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Para a seleção das referências utilizadas neste estudo, adotaram-se critérios de inclusão que consideraram artigos científicos publicados entre 2020 e junho de 2025, configurando esse intervalo como o lapso temporal da pesquisa. Foram selecionados apenas estudos disponíveis na íntegra, redigidos e gratuitos em português ou inglês, que abordassem diretamente a utilização da mpMRI no diagnóstico precoce do câncer de próstata e estivessem alinhados aos objetivos do trabalho. A busca foi realizada entre os meses de fevereiro e junho de 2025. Foram excluídos da amostra artigos duplicados, trabalhos disponíveis apenas em formato de resumo, teses, monografias e trabalhos de conclusão de curso. As amostras selecionadas foram categorizadas conforme o tipo de estudo, a metodologia

empregada e o ano de publicação. A Figura 1 apresenta uma síntese do processo de seleção.

Durante a etapa de levantamento bibliográfico, foram identificados 109 artigos nas bases de dados previamente mencionadas, sendo 12 na BVS, 28 na PubMed e 69 na SciELO. A triagem inicial foi realizada por meio da leitura dos títulos, o que resultou na exclusão de 43 publicações, restando 58 artigos para análise. Na fase seguinte, referente à avaliação dos resumos, foram descartados 39 estudos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, reduzindo o total para 19. Posteriormente, foi efetuada a leitura completa dos textos restantes, resultando na exclusão de mais 9 artigos por inadequação ao escopo da pesquisa. Assim, 10 artigos foram selecionados para compor a amostra final da presente revisão, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da busca dos artigos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3 RESULTADOS

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos na metodologia, foram selecionados 10 estudos que compõem o referencial teórico desta pesquisa. Esses artigos servem de base para análise crítica quanto às abordagens, resultados e contribuições apresentadas por cada autor em relação ao tema proposto. No Quadro 2 estão listados os títulos, autores e anos de publicação das obras analisadas. Já o Quadro 3 apresenta uma síntese descritiva dos conteúdos desses mesmos estudos.

Quadro 2. Trabalhos revisados com respectivos autores e anos.

ID	ANO	AUTORES	TÍTULO
1	2025	Zhang <i>et al.</i> ,	Valor preditivo da ressonância magnética multiparamétrica (imagem ponderada em T2 e coeficiente de difusão aparente) para classificação patológica do câncer de próstata: uma meta-análise
2	2024	Kaneko <i>et al.</i> ,	Um nomograma para prever a ausência de câncer de próstata clinicamente significativo em homens com ressonância magnética negativa
3	2024	Schmit <i>et al.</i> ,	A ressonância magnética multiparamétrica menos qualitativa no câncer de próstata pode subestimar a extensão extraprostática em tumores de grau superior
4	2023	Stasiak <i>et al.</i> ,	Avaliação pré-operatória do câncer de próstata pela tomografia por emissão de pósitrons/tomografia computadorizada com PSMA-68Ga: comparação com ressonância magnética e com achados histopatológicos
5	2022	Gómez Ortiz <i>et al.</i> ,	Biópsias sistemáticas de próstata de rotina não substituídas por biópsia direcionada por ressonância magnética
6	2020	Silva Filho <i>et al.</i> ,	Valor incremental do coeficiente de difusão aparente ao contato capsular na predição da extensão extracapsular do câncer de próstata
7	2020	Martins <i>et al.</i> ,	Avaliação do volume prostático obtido por ressonância magnética multiparamétrica da próstata e ultrassonografia transretal comparado ao peso da peça cirúrgica
8	2020	Yenice <i>et al.</i> ,	Efeito dos diâmetros pelvimétricos no sucesso cirúrgico em pacientes submetidos à prostatectomia radical perineal assistida por robô

9		Camelo & Dias	Tumores da Banda Fibromuscular Anterior: de uma Zona Desconhecida a uma Localização Potencialmente Comum de Câncer
10		Scott <i>et al.</i> ,	PI-RADS v2.1: O que mudou e como relatar

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Quadro 3. Síntese dos artigos analisados.

ID	AUTOR/ANO	METODOLOGIA	RESULTADO	CONCLUSÃO
1	Zhang <i>et al.</i> , 2025	Meta-análise.	A mpMRI demonstrou desempenho superior aos métodos convencionais, permitindo identificar tumores clinicamente significativos com maior precisão. As imagens T2WI forneceram detalhes anatômicos importantes, enquanto os mapas ADC (Apparent Diffusion Coefficient / Coeficiente de Difusão Aparente) ajudaram a diferenciar tecidos normais de tumores e a indicar o grau de agressividade do câncer de próstata.	A mpMRI tem valor significativo na graduação tumoral e detecção de câncer prostático, sendo superior aos métodos convencionais. Recomendam-se protocolos padronizados para uniformização dos resultados.
2	Kaneko <i>et al.</i> , 2024	Ensaio Clínico Randomizado	Dos 327 pacientes, 44 (13%) apresentaram câncer de próstata clinicamente significativo (CSPCa). Raça negra, biópsia negativa prévia e densidade do PSA $\geq 0,15$ ng/mL ² foram os principais fatores associados. O nomograma construído com essas variáveis apresentou AUC (ROC, Receiver Operating Characteristic) de 0,78 (corrigida = 0,75), indicando boa precisão para prever a ausência de CSPCa.	A ferramenta permite prever a probabilidade de CSPCa em pacientes com mpMRI negativa, podendo evitar biópsias desnecessárias.

3	Schmit <i>et al.</i> , 2024	Ensaio Clínico Randomizado	A mpMRI apresentou sensibilidade de 39,3% e especificidade de 88,8% para identificar extensão extraprostática (EPE). Nos tumores mais agressivos GG5 (Grade Group 5), o valor preditivo negativo foi baixo (30,4%), indicando pouca confiabilidade em excluir EPE nesses casos. Assim, a mpMRI é mais eficaz para confirmar a presença da doença do que para descartá-la.	mpMRI subestima EPE em tumores agressivos. Cautela deve ser adotada em cirurgias conservadoras em pacientes com GG elevado.
4	Stasiak <i>et al.</i> , 2023	Ensaio Clínico Randomizado	A PET-PSMA (Positron Emission Tomography – Prostate-Specific Membrane Antigen) mostrou alta acurácia (95%), mas baixa sensibilidade para extensão extraprostática (14%), sendo mais útil na detecção de invasão de vesícula seminal (57%). Já a mpMRI apresentou sensibilidade de 39,3% e especificidade de 88,8% para EPE, porém com baixo valor preditivo negativo em tumores agressivos (GG5).	PET-PSMA é promissora para detecção do tumor primário e pode alterar o estadiamento, embora limitada na detecção de EPE.
5	Gómez-Ortiz <i>et al.</i> , 2022	Ensaio Clínico Randomizado	A taxa global de detecção de câncer de próstata foi de 41,4%. A biópsia sistemática identificou 91,3% dos casos positivos, enquanto a biópsia direcionada (guiada por mpMRI) detectou 65,2%. O CSPCa foi encontrado em 23,4% dos pacientes, e esse achado mostrou correlação direta com a densidade do antígeno	A biópsia sistemática continua sendo essencial, principalmente em pacientes com biópsias anteriores negativas.

			prostático específico (PSAd) superior a 0,15.	
6	Silva Filho <i>et al.</i> , 2020	Ensaio Clínico Randomizado	A mpMRI mostrou que o contato capsular avaliado em T2 e na difusão teve desempenho semelhante ao coeficiente de difusão aparente (ADC) para prever extensão extracapsular microscópica (EEC) no câncer de próstata. A combinação do ADC com os contatos capsulares não aumentou a precisão diagnóstica, mas a concordância entre radiologistas foi substancial.	O estudo concluiu que o contato capsular (CC) é um preditor confiável da extensão extracapsular (EEC) microscópica no câncer de próstata, sendo suficiente, por si só, para indicar possível invasão tumoral além da cápsula prostática. A inclusão do coeficiente de difusão aparente (ADC), obtido por ressonância magnética, não aumentou a acurácia diagnóstica reforçando a eficácia do CC.
7	Martins <i>et al.</i> , 2020	Ensaio Clínico Randomizado	A mpMRI estimou o volume prostático médio em 49,9 cm ³ , enquanto a ultrassonografia transretal (US) apresentou média de 54,9 cm ³ . Já o peso médio das peças cirúrgicas obtidas após prostatectomia foi de 48,6 g. Houve forte correlação entre os métodos de imagem e o peso real, com discreta superioridade da mpMRI pela maior precisão.	Ambos os métodos são confiáveis, sendo a RM levemente superior. Útil para o planejamento terapêutico.

8	Yenice <i>et al.</i> , 2020	Ensaio Clínico Randomizado	A mpMRI mostrou que as medidas ASS (ângulo sínfise púbica-vesículas seminais), ASP (ângulo da sínfise púbica) e DSA (distância vesículas seminais-ânus) influenciaram o tempo cirúrgico e a perda sanguínea, indicando maior complexidade técnica em certas anatomias. Porém, não afetaram a taxa de margens cirúrgicas positivas, o que significa que a segurança oncológica da cirurgia foi preservada.	A mpMRI contribuiu permitindo avaliação objetiva e reprodutível das dimensões pélvicas pré-operatórias, mostrando que alguns parâmetros pelvimétricos podem prever dificuldade técnica (tempo operatório e sangramento), embora não influenciem a segurança oncológica.
9	Camelo & Dias, 2020	Revisão Narrativa	A mpMRI facilita a detecção de tumores anteriores da próstata, como os da banda fibromuscular anterior que são frequentemente não palpáveis e poucos acessados à biópsia transretal.	A mpMRI é essencial para o diagnóstico completo do câncer de próstata, especialmente em tumores anteriores.
10	Scott <i>et al.</i> , 2021	Revisão Narrativa	O PI-RADS v2.1 (Prostate Imaging-Reporting and Data System, versão 2.1) promoveu uma melhor padronização na avaliação por imagem da próstata, sobretudo na zona de transição, o que reduziu ambiguidades e a variabilidade entre observadores, garantindo laudos mais consistentes e confiáveis.	PI-RADS v2.1 proporciona maior uniformidade na avaliação da próstata por imagem, melhorando a estratificação de risco e a comunicação entre equipes clínicas.

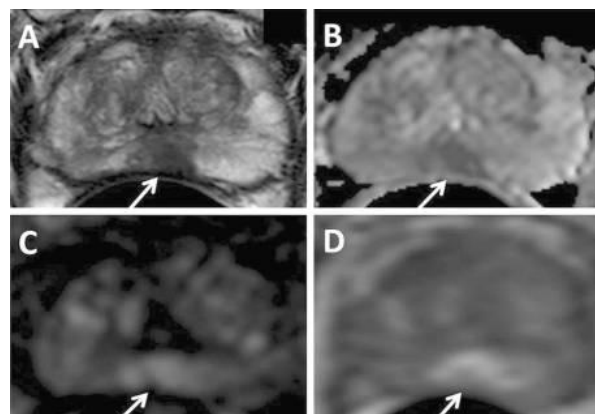
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

4 DISCUSSÕES

4.1 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA MULTIPARAMÉTRICA (mpMRI)

A ressonância magnética multiparamétrica (RMmp) da próstata é uma técnica de imagem avançada que combina diferentes sequências T2 ponderada, difusão (DWI/ADC) e contraste dinâmico (DCE) para oferecer uma visão anatômica e funcional detalhada da glândula prostática. Conforme descrito por Dhulaimi *et al.* (2024), o uso da RMmp com campo magnético de 3 Tesla e avaliação padronizada pelo sistema PI-RADS v2.1 apresentou desempenho diagnóstico robusto, com sensibilidade de 74% e especificidade de 87% na detecção do câncer de próstata. A correlação entre os achados da RMmp e os resultados histopatológicos reforça sua utilidade na identificação de tumores clinicamente significativos, reduzindo o número de biópsias desnecessárias e aprimorando o estadiamento local da doença (Dhulaimi *et al.*, 2024).

Figura 2. Homem de 75 anos com PSA de 10,23 ng/mL sem histórico de biópsia prévia. A ressonância magnética axial ponderada em T2 (A) mostra uma lesão hipointensa na zona periférica apical da linha média, que apresenta restrição à difusão no mapa ADC (B) e na ressonância magnética de difusão (DWI) (C). A lesão apresenta realce positivo na ressonância magnética com contraste dinâmico (DCE) (D). A biópsia confirmou o diagnóstico de adenocarcinoma de próstata Gleason 8 (4 + 4).



Fonte: Adaptado de Berman *et al.*, 2023

Com o avanço das tecnologias de inteligência artificial (IA), a RMmp tem se consolidado como uma ferramenta não apenas diagnóstica, mas também preditiva. Li

et al., (2023) demonstraram que algoritmos de aprendizado profundo aplicados às imagens multiparamétricas são capazes de extrair características radiômicas que predizem o câncer de próstata clinicamente significativo (csPCa) com acurácia comparável à análise patológica de biópsias. O estudo evidenciou que a combinação de variáveis clínicas, como densidade do PSA, e parâmetros obtidos pela IA a partir de sequências DWI e ADC, aprimora a sensibilidade diagnóstica e reduz a subjetividade na interpretação radiológica. Essa integração entre IA e RMmp representa um avanço relevante rumo à radiologia de precisão (Li *et al.*, 2023).

Além disso, a RMmp tem se mostrado essencial na estratificação de risco e tomada de decisão clínica. Cheng *et al.* (2024) desenvolveram e validaram um modelo preditivo que combina dados clínicos e achados de RMmp incluindo pontuação PI-RADS e localização da lesão para estimar a probabilidade de câncer de próstata clinicamente significativo. O modelo apresentou excelente desempenho (AUC 0,88) e demonstrou que a utilização da RMmp pode reduzir em até 43,8% o número de biópsias sistemáticas adicionais, com perda mínima de casos relevantes. Dessa forma, a integração entre achados clínicos e parâmetros multiparamétricos tem potencial para otimizar o manejo de pacientes, promovendo condutas mais seguras e individualizadas (Cheng *et al.*, 2024).

A qualidade da RMmp depende não apenas da tecnologia empregada, mas também do preparo adequado do paciente e da padronização técnica. Lin *et al.*, (2023) destacam que fatores como distensão retal, peristaltismo intestinal e movimento do paciente podem gerar artefatos e comprometer a acurácia diagnóstica. Medidas como o uso de agentes antiespasmódicos, microenemas, esvaziamento vesical parcial e controle do tempo pós-biópsia são recomendadas para otimizar a aquisição das imagens. Além disso, a adoção dos critérios e o cumprimento rigoroso das diretrizes PI-RADS v2.1 garantem maior consistência e qualidade diagnóstica. Assim, a RMmp consolida-se como um método indispensável na avaliação do câncer de próstata, oferecendo precisão, reprodutibilidade e suporte na definição de estratégias terapêuticas personalizadas (Lin *et al.*, 2023).

4.2 O QUE É O PI-RADS V2.1?

O Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) é um sistema desenvolvido pelo American College of Radiology (ACR) em parceria com a European

Society of Urogenital Radiology (ESUR), com a finalidade de uniformizar os protocolos de aquisição, interpretação e descrição dos achados da ressonância magnética multiparamétrica (RMmp) da próstata. Essa padronização busca elevar a precisão diagnóstica no reconhecimento do câncer de próstata clinicamente significativo (csPCa) e minimizar diferenças interpretativas entre examinadores. Conforme relatado por Oerther *et al.* (2022), a atualização v2.1, publicada em 2019, introduziu ajustes importantes em relação à versão anterior, sobretudo na avaliação das zonas periférica e de transição. Os autores, ao analisarem 17 estudos que incluíram mais de 1.200 pacientes, demonstraram que a taxa de detecção de câncer cresce progressivamente conforme a categoria PI-RADS, variando de 2% na categoria 1 para até 89% na categoria 5, reforçando a eficácia do sistema na estratificação do risco de malignidade (Oerther *et al.*, 2022).

A correta classificação das categorias PI-RADS na versão 2.1 deriva da análise combinada das sequências T2, difusão (DWI/ADC) e contraste dinâmico (DCE), reconhecendo-se que a difusão é a sequência-chave na zona periférica, enquanto a T2 predomina na zona de transição. Dentro dessa lógica, o PI-RADS 1 corresponde a achados inteiramente benignos, com parênquima homogêneo e ausência de restrição à difusão na periferia e nódulos típicos e bem delimitados na transição. O PI-RADS 2, por sua vez, indica probabilidade ainda baixa de malignidade, podendo apresentar discreta heterogeneidade na zona periférica sem verdadeira restrição à difusão, ou nódulos benignos parcialmente encapsulados na zona de transição (Li *et al.*, 2024).

A categoria PI-RADS 3 representa um cenário de incerteza diagnóstica, no qual as alterações encontradas não permitem afirmar nem descartar malignidade. Na zona periférica, observa-se restrição moderada à difusão, insuficiente para classificação superior; já na transição, as lesões podem ter contornos pouco definidos e leve hipointensidade no ADC. Em contrapartida, o PI-RADS 4 traduz suspeita elevada, envolvendo lesões com acentuada restrição à difusão na zona periférica e massas hipointensas em T2 com margens irregulares na transição. O PI-RADS 5 reflete a maior probabilidade de câncer clinicamente significativo, caracterizado por lesões volumosas (geralmente maiores que 1,5 cm), forte restrição à difusão e, eventualmente, sinais de extensão além dos limites da próstata. A progressão dessas categorias traduz gradualmente o risco de malignidade e auxilia diretamente na tomada de decisões clínicas (Li *et al.*, 2024).

Quadro 4. PI-RADS v2.1

PI-RADS	CARACTERÍSTICAS
1	muito baixo (é altamente improvável a presença de câncer clinicamente significativo)
2	baixo (é improvável a presença de câncer clinicamente significativo)
3	intermediário (a presença de câncer clinicamente significativo é duvidosa)
4	alto (é provável a presença de câncer clinicamente significativo)
5	muito alto (é altamente provável a presença de câncer clinicamente significativo)

Fonte: Adaptado de Rohit Sharma. Radiopaedia, 2025

Em estudo mais amplo, Oerther *et al.* (2024) incluíram 70 pesquisas, somando 13.330 pacientes e 11.686 lesões avaliadas. Os autores verificaram que, para o ponto de corte PI-RADS ≥ 3 , o sistema apresentou 96% de sensibilidade e 43% de especificidade; quando considerado o ponto de corte ≥ 4 , os valores foram de 89% e 66%, respectivamente. A probabilidade média de detectar câncer clinicamente significativo distribuiu-se em 6%, 5%, 19%, 54% e 84% nas categorias de 1 a 5, confirmando o elevado desempenho da ferramenta. Ainda segundo os autores, evoluções futuras poderão incorporar probabilidades numéricas e orientações clínicas, aproximando o modelo do padrão adotado pelo BI-RADS e expandindo seu potencial de uso baseado em evidências (Oerther *et al.*, 2024).

Complementando esse panorama, Wen *et al.* (2024) investigaram a aplicabilidade do PI-RADS v2.1 em indivíduos com PSA entre 4 e 10 ng/mL, faixa considerada desafiadora por envolver casos de incerteza diagnóstica. Entre os 453 pacientes analisados, o método apresentou excelente performance, com AUC de 0,875, sensibilidade de 86,2% e especificidade de 84,7% para o ponto de corte ≥ 4 . A associação com a densidade do PSA (PSAD) elevou ainda mais o desempenho, alcançando AUC de 0,893. Esses achados reforçam que o uso integrado do PI-RADS e de parâmetros laboratoriais melhora a capacidade preditiva e pode diminuir a indicação de biópsias desnecessárias. Dessa forma, o PI-RADS v2.1 consolida-se

como uma ferramenta essencial na avaliação do câncer de próstata e no apoio à decisão clínica (Wen *et al.*, 2024)

Kaneko *et al.*, (2024) reforçaram essa contribuição ao desenvolverem um nomograma preditivo de ausência de câncer clinicamente significativo (CSPCa) em pacientes com RMmp negativa. O modelo incorporou variáveis como densidade do PSA, histórico de biópsia e etnia, atingindo uma AUROC de 0,78, o que permite, em muitos casos, evitar a realização de biópsias desnecessárias (Kaneko *et al.*, 2024).

Por outro lado, Schmit *et al.*, (2024) destacaram uma limitação importante da técnica: a sensibilidade reduzida da RMmp na detecção da extensão extraprostática (EPE), especialmente em tumores de alto grau (Grupo de Grau 5). O estudo mostrou que, nessas situações, o valor preditivo negativo pode cair para apenas 30,4%, exigindo cautela na adoção de condutas cirúrgicas conservadoras (Schmit *et al.*, 2024).

Stasiak *et al.*, (2023) compararam a RMmp com a tomografia por emissão de pósitrons com PSMA-68Ga (PET-PSMA), demonstrando que ambas as modalidades possuem alta acurácia (91% para a RMmp e 95% para a PET-PSMA) na detecção do tumor primário. No entanto, a RMmp se mostrou superior na avaliação da EPE e invasão de vesículas seminais, o que a mantém como padrão ouro no estadiamento local (Stasiak *et al.*, 2023).

Em um estudo conduzido por Gómez-Ortiz *et al.*, (2022), foi analisada a efetividade da biópsia sistemática versus a biópsia guiada por RMmp. Os autores concluíram que, apesar da crescente adesão à RMmp, a biópsia sistemática ainda apresenta alto valor diagnóstico, principalmente em pacientes com biópsias anteriores negativas, detectando mais de 90% dos casos positivos em sua amostra (Gómez-Ortiz *et al.*, 2022).

Silva Filho *et al.*, (2020) exploraram o papel da RMmp na predição da extensão extracapsular microscópica (EEC), identificando o contato capsular tumoral como parâmetro altamente confiável, especialmente nas sequências T2 e DWI. A adição do valor do coeficiente de difusão aparente (ADC), embora correlacionada com a agressividade tumoral, não aumentou significativamente a acurácia diagnóstica (Silva Filho *et al.*, 2020).

Martins *et al.*, (2020), por sua vez, destacaram a confiabilidade da RMmp na estimativa do volume prostático. O estudo comparou os dados obtidos por RMmp e ultrassonografia transretal com o peso real da próstata após prostatectomia,

constatando excelente correlação entre os métodos, com leve superioridade da RMmp, útil no planejamento cirúrgico e terapêutico (Martins *et al.*, 2020)

Yenice *et al.*, (2020) analisaram a influência das medidas pélvicas obtidas por RMmp no tempo cirúrgico e nas margens cirúrgicas em pacientes submetidos à prostatectomia perineal robótica assistida. Embora os dados não tenham demonstrado impacto na taxa de margens positivas, as dimensões pélvicas mostraram-se relevantes para o planejamento do tempo operatório (Yenice *et al.*, 2020).

Camelo e Dias (2020) abordaram a importância da RMmp na detecção de tumores localizados na banda fibromuscular anterior, uma região frequentemente negligenciada por biópsias transretais convencionais. O estudo reforça que a RMmp permite a visualização de áreas anatômicas menos acessíveis, prevenindo falsos negativos e atrasos diagnósticos em tumores agressivos (Camelo e Dias, 2020).

Por fim, Scott *et al.*, (2021) detalharam as melhorias introduzidas pelo sistema PI-RADS v2.1, que padroniza a aquisição, interpretação e relato das imagens de RMmp da próstata. Essa atualização reduziu a variabilidade entre observadores e aprimorou a estratificação de risco das lesões, tornando a avaliação mais objetiva e reprodutível entre os profissionais da saúde (Scott *et al.*, 2021).

Em síntese, os achados analisados evidenciam que a RMmp representa um importante avanço tecnológico na abordagem do câncer de próstata. Apesar de suas limitações, sobretudo em tumores de alto grau, ela oferece benefícios significativos na triagem, no estadiamento local e na tomada de decisão terapêutica, consolidando-se como ferramenta indispensável na prática radiológica e urológica atual.

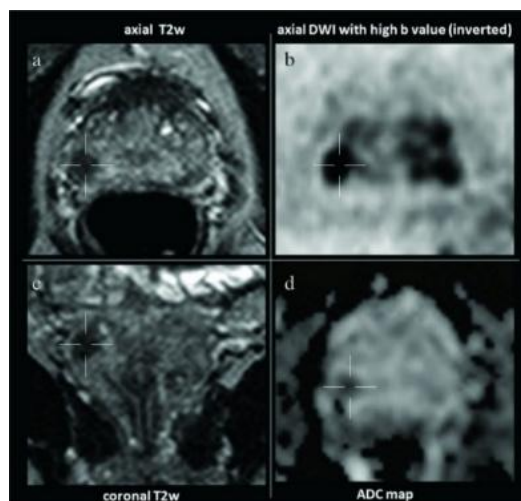
4.3 RESSONÂNCIA BIPARAMÉTRICA (BPMRI): SEM CONTRASTE

A ressonância magnética biparamétrica (bpMRI) da próstata representa uma inovação diagnóstica relevante por dispensar o uso de contraste à base de gadolínio, mantendo alta acurácia na detecção do câncer de próstata clinicamente significativo (csPCa). O protocolo utiliza apenas as sequências T2 ponderada (T2W) e de difusão (DWI/ADC), reduzindo o tempo de exame, os custos e os riscos potenciais relacionados à nefrotoxicidade e ao acúmulo cerebral do gadolínio. De acordo com Gatti *et al.*, (2024), a bpMRI demonstrou desempenho diagnóstico comparável à ressonância multiparamétrica (mpMRI), com sensibilidade de 90% e especificidade de

86%, além de excelente correlação com achados histopatológicos. O estudo reforça que a eliminação do contraste não compromete a qualidade da avaliação anatômica e funcional, tornando o exame mais seguro e acessível para rastreamento e seguimento clínico (Gatti *et al.*, 2024).

Em um contexto populacional, a bpMRI tem se mostrado eficaz em programas de rastreamento e triagem de pacientes com suspeita de câncer de próstata. No estudo Göteborg Prostate Cancer Screening 2 Trial, conduzido por Wallström *et al.* (2021), a comparação direta entre bpMRI e mpMRI evidenciou taxas de detecção de câncer clinicamente significativo de 15,1% e 15,2%, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa. Além da equivalência diagnóstica, a bpMRI proporcionou menor tempo de aquisição, eliminação da punção venosa e melhor tolerabilidade pelos pacientes, favorecendo sua aplicação em larga escala. Esses achados sustentam que a técnica biparamétrica pode substituir a multiparamétrica em protocolos de rastreamento, sobretudo em centros de saúde com alto volume de exames (Wallström *et al.*, 2021).

Figura 3. No lado esquerdo, são exibidas as imagens morfológicas axiais e sagitais ponderadas em T2 e, no lado direito, a imagem de difusão (DWI) com valores b elevados (invertida) e o mapa de ADC. Idealmente, as imagens morfológicas ponderadas em T2 e as imagens de difusão (DWI) devem estar vinculadas na mesma posição da tabela. Com esse modo de exibição, a detecção e a localização de lesões suspeitas (hipointensas em T2, hiperintensas em DWI com valores b elevados ou hipointensas na imagem invertida com diminuição correspondente no mapa de ADC) já podem ser realizadas.



Fonte: Adaptado de Scialpi *et al.*, 2022

Evidências multicêntricas recentes também corroboram o potencial da bpMRI como novo padrão diagnóstico. O estudo PRIME Diagnostic Clinical Trial, publicado por Ng *et al.*, (2025), avaliou 490 homens com suspeita de câncer de próstata e demonstrou que a bpMRI apresenta taxa de detecção de 29,2%, estatisticamente equivalente à mpMRI (29,6%), confirmando sua não inferioridade. Além disso, a bpMRI reduziu o tempo médio de exame em 40% e eliminou totalmente a necessidade de contraste endovenoso, sem prejuízo à acurácia na identificação de tumores clinicamente relevantes. Assim, ao combinar praticidade, segurança e alta performance diagnóstica, a bpMRI consolida-se como uma alternativa inovadora, sustentável e clinicamente eficaz no diagnóstico por imagem do câncer de próstata (Ng *et al.*,2025).

5 CONCLUSÃO

A presente revisão permitiu analisar, de forma crítica e sistemática, as principais contribuições da ressonância magnética multiparamétrica (RMmp) na detecção precoce do câncer de próstata. Diante das limitações dos métodos tradicionais, como o toque retal, a dosagem de PSA e a biópsia sistemática guiada por ultrassonografia, a RMmp surge como uma ferramenta inovadora, capaz de fornecer informações anatômicas e funcionais com maior precisão, auxiliando na diferenciação entre neoplasias clinicamente significativas e aquelas de comportamento indolente.

Os estudos analisados apontam que a RMmp melhora significativamente a acurácia diagnóstica, aumenta a taxa de detecção de tumores relevantes, contribui para o estadiamento local preciso e possibilita o planejamento terapêutico individualizado. A padronização dos laudos por meio do sistema PI-RADS v2.1 também representa um avanço importante, ao reduzir a variabilidade interpretativa e fortalecer a comunicação entre os profissionais envolvidos no cuidado ao paciente.

Contudo, a RMmp não está isenta de desafios. Sua sensibilidade pode ser limitada em casos de tumores agressivos ou com extensão extraprostática microscópica, além de depender fortemente da experiência do radiologista e da qualidade das imagens adquiridas. Ainda assim, sua integração à rotina clínica já se

mostra indispensável em centros especializados, oferecendo subsídios valiosos para a tomada de decisão baseada em evidências.

Dessa forma, conclui-se que a ressonância magnética multiparamétrica representa um marco na evolução do diagnóstico por imagem no câncer de próstata, contribuindo decisivamente para a detecção precoce da doença, com impacto direto na redução da mortalidade e na melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

REFERÊNCIAS

- BISPO, M. de S. Um olhar crítico sobre a prática de revisão de literatura. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 27, n. 6, p. e230264, 2023. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rac/a/HMMQVbFTTrVD6gkftKmmt3yd/?format=html&lang=pt>. Acesso: 30 mar de 2025.
- CAMELO, R.; DIAS, J. L. Anterior fibromuscular band tumors: from an unknown zone to a potential common cancer location. **Acta Radiológica Portuguesa**, Lisboa, v. 32, n. 2, p. 7-11, 2020. Disponível em:
<https://revistas.rcaap.pt/actaradiologica/article/view/18889>. Acesso: 13 fev de 2025
- CHENG, X. *et al.* Development and validation of a predictive model based on clinical and mpMRI findings to reduce additional systematic prostate biopsy. **Insights into Imaging**, v. 15, n. 3, p. 1–12, 2024. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38185753/>. Acesso: 20 maio de 2025
- DHULAIMI, M. A. *et al.* 3T multiparametric MRI's accuracy in detecting prostate cancer using Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) version 2.1 with prostate biopsy as a reference. **Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine**, v. 55, p. 70, 2024. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30032385/>. Acesso: 04 abril de 2025
- GATTI, M. *et al.* Detection of Intermediate- and High-Grade Prostate Cancer with Biparametric MRI (T2-Weighted Imaging and Diffusion-Weighted Imaging): Diagnostic Performance Compared to Multiparametric MRI. **Diagnostics**, v. 14, n. 8, p. 923, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10167425/>. Acesso: 16 abril de 2025
- GÓMEZ-ORTIZ, D. *et al.* Routine systematic prostate biopsies not replaced by magnetic resonance imaging-targeted biopsy. **Revista de Investigación Clínica**, Ciudad de México, v. 74, n. 4, p. 212-218, 2022. Disponível em:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S003483762022000400212&script=sci_arttext. Acesso: 16 abril de 2025
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Estimativa 2023: Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em:
<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>. Acesso: 01 junho de 2025
- KALKAN, S.; CALISKAN, S. High D-dimer levels are associated with prostate cancer. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 66, n. 5, p. 649–653, maio 2020. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ramb/a/Y7qR7DR4cby7jFt6nY4hq9P/abstract/?lang=pt>. Acesso: 20 maio de 2025

KANEKO, M. *et al.* Um nomograma para predizer a ausência de câncer de próstata clinicamente significativo em homens com ressonância magnética negativa.

International Brazilian Journal of Urology, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, p. 319- 334, 2024. Disponível em: <https://intbrazjurol.com.br/pdf/vol50n03/IBJU20240084.pdf>
Acesso: 25 abril de 2025

LI, C. *et al.* Comparison in prostate cancer diagnosis with PSA 4–10 ng/mL: radiomics-based model vs. PI-RADS v2.1. **BMC Urology**, v. 24, n. 1, p. 233, out. 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12894-024-01625-2>. Acesso: 17 mar de 2025

LI, S. *et al.* AI-predicted mpMRI image features for the prediction of clinically significant prostate cancer. **International Urology and Nephrology**, v. 55, n. 11, p. 2703–2715, nov. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37553543/>. Acesso: 23 fev de 2025

LIN, Y.; *et al.* Prostate MRI and image quality: it is time to take stock. **European Journal of Radiology**, v. 161, p. 110757, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36870241/>. Acesso: 18 mar de 2025

MARTINS, T. *et al.* Medida do volume da próstata por ressonância magnética multiparamétrica e ultrassonografia transretal: comparação com o peso da peça cirúrgica. **einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 18, p. 1-6, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32022105/>. Acesso: 13 fev de 2025

MENESES, Vívian Bastos; *et al.*, **Ressonância magnética multiparamétrica no câncer de próstata: uma revisão integrativa**. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, Salvador, v. 19, n. 2. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/hLFz7Jh5hBqRNBd7hBsRBpP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 25 abril de 2025

NG, A. B. C. D. *et al.* Biparametric vs Multiparametric MRI for Prostate Cancer Diagnosis: The PRIME Diagnostic Clinical Trial. **JAMA**, v. 334, n. 13, p. 1170–1179, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40928788/>. Acesso: 01 junho de 2025

OERTHER, Benedict *et al.* Cancer detection rates of the PI-RADS v2.1 assessment categories: systematic review and meta-analysis on lesion level and patient level. **Prostate Cancer and Prostatic Diseases**, v. 25, p. 256–263, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34230616/>. Acesso: 18 mar de 2025

OERTHER, Benedict *et al.* Update on PI-RADS Version 2.1 Diagnostic Performance Benchmarks for Prostate MRI: Systematic Review and Meta-Analysis. **Radiology**, v. 312, n. 2, p. e233337, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39136561/>. Acesso: 17 mar de 2025

OLIVEIRA NETO, J. M. F. *et al.* Uso da ressonância magnética multiparamétrica na vigilância ativa do câncer de próstata: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, Itajubá, v. 13, n. 3, e6113345286, mar. 2024. Disponível em: <https://share.google/8Fgei5DskghntgOS3>. Acesso: 18 mar de 2025

SCHMIT, S. *et al.* Imagens de ressonância magnética multiparamétricas menos qualitativas no câncer de próstata podem subestimar a extensão extraprostática em tumores de grau mais alto. **International Brazilian Journal of Urology**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 37-45, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38166221/>. Acesso: 23 fev de 2025

SCOTT, R. *et al.* PI-RADS v2.1: what has changed and how to report. **South African Journal of Radiology, Johannesburg**, v. 25, n. 1, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34230862/>. Acesso: 18 mar de 2025

SILVA FILHO, A. C. da *et al.* Valor da adição do coeficiente de difusão aparente ao contato capsular para a predição da extensão extracapsular no câncer de próstata. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 53, n. 6, p. 381-389, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/44PYLXyHjbXZmCkGCcDWbwc/?lang=pt>. Acesso: 20 maio de 2025

STASIAK, C. E. S. *et al.* Avaliação pré-operatória do câncer de próstata por tomografia por emissão de pósitrons/tomografia computadorizada com 68Ga-PSMA: comparação com a ressonância magnética e com os achados histopatológicos. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 171-178, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/MtRHjJRwPwMyPvysZxSxyHG/?lang=pt&format=pdf>. Acesso: 23 fev de 2025

WALLSTRÖM, J. *et al.* Bi- or Multiparametric MRI in a Sequential Screening Program for Prostate Cancer with PSA Followed by MRI: Results from the Göteborg Prostate Cancer Screening 2 Trial. **European Radiology**, v. 31, p. 8692–8702, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33890152/>. Acesso: 25 mar de 2025

WEN, J. *et al.* PI-RADS v2.1 and PSAD for the prediction of clinically significant prostate cancer among patients with PSA levels of 4–10 ng/ml. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 6570, mar. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38503972/>. Acesso: 17 fev de 2025

YENICE, M. G. *et al.* Efeito dos diâmetros pelvímétricos no sucesso cirúrgico em pacientes submetidos à prostatectomia radical perineal assistida por robô. **International Brazilian Journal of Urology**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 3, p. 425-433, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ibju/a/MP7mddMLHw5bMgPRzQPmK8q/?lang=en>. Acesso: 30 maio de 2025

ZHANG, S. *et al.* Valor preditivo da ressonância magnética multiparamétrica (imagem ponderada em T2 e coeficiente de difusão aparente) para a classificação patológica do câncer de próstata: uma meta-análise. **International Brazilian Journal of Urology**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 3, p. e20240509, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ibju/a/mKBH6bZ8Hp6JBpXmV8ZKjLJ/?lang=en>. Acesso: 17 fev de 2025