

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA CÂNCER DE PROSTATA NA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Prostate Cancer on Magnetic Resonance Imaging

Gladys Requena Cavalcanti¹
Manuela Borja Lousada Soares²

RESUMO

O câncer de próstata é, hoje, a segunda forma de câncer mais importante da doença que acomete a população masculina no Brasil. Apresenta estreita relação com as dificuldades e com a precocidade do diagnóstico. Diante desta realidade, este trabalho tem por objetivo mostrar a ressonância magnética como grande auxílio no diagnóstico do câncer de próstata, devido a combinações de ponderações e sequências, aumentando significativamente a sensibilidade e especificidade do exame, abordando seu auxílio e precisão para a detecção e estadiamento da neoplasia. Com todas essas vantagens a ressonância magnética torna-se um método adicional imprescindível para a detecção no câncer de próstata, por permitir mostrar lesões com significados clínicos importantes ao diagnóstico, promovendo uma redução nos custos de saúde pública. Para tanto, este trabalho foi estruturado em uma abordagem sistemática e qualitativa de revisão de literatura do tipo narrativa.

Palavras-chave: Câncer de Próstata; PI-RADS e Ressonância Magnética Multiparamétrica.

ABSTRACT

Prostate cancer is today the second most important form of cancer that affects the male population in Brazil. It is closely related to the difficulties of its diagnosis, and the early diagnosis. Given the context, this academic work seeks to present the magnetic resonance as a great aid in the diagnosis of prostate cancer, due to arrangement of weights and sequences, increasing significantly the sensitivity and specificity of the exam, addressing its assistance and accuracy for detection and staging of the neoplasm addressed. With all the advantages, magnetic resonance becomes one of the best method for detecting prostate cancer, as it allows the visualization of lesions with important clinical meaning for diagnosis, lowering the cost in public health. To this purpose, this academic work was structured in a systematic and qualitative approach to narrative literature review.

Keywords: Prostate Cancer; PI-RADS and Multiparametric MRI

¹ Graduanda do Curso de Biomedicina do Centro Universitário de Brasília – CEUB.

² Professora do Centro Universitário de Brasília – CEUB.

1 INTRODUÇÃO

A próstata é caracterizada como uma glândula exócrina de pequenas proporções, sendo dividida em zonas: periférica, central e transicional; um segmento anterior; e uma zona esfíncteriana pré-prostática. Ela está situada no interior da pélvis e faz parte do sistema reprodutor masculino, sendo responsável pela produção e secreção de um líquido fino e leitoso de natureza alcalina, contendo íons e enzimas diversas. Este fluido, quando liberado, combina-se com os demais componentes do sêmen, visando neutralizar o meio ácido presente no ambiente vaginal, promovendo um potencial hidrogeniônico (pH) adequado para a mobilidade e viabilidade dos espermatozoides (SILVERTHORN, 2017; GUYTON & HALL, 2017).

Ainda que possua dimensões reduzidas, frequentemente ocorre o surgimento de patologias de grande relevância clínica, devido à alta incidência e à extensão de suas manifestações no cotidiano dos indivíduos afetados. Entre as patologias, a hiperplasia benigna - aumento do tamanho da próstata -, é a mais prevalente, visto que aproximadamente 50% dos homens podem vir a experimentar sintomas associados. Já a prostatite é uma doença inflamatória com caráter agudo ou crônico, podendo ser de origem bacteriana ou não, tendo a *Escherichia coli* como principal responsável por aproximadamente 80% dos casos. Por fim, tem-se o câncer de próstata, representando uma questão de grande importância para a saúde pública, com índices de morbidade, mortalidade e deterioração da qualidade de vida consideráveis (ARRUDA; ARRUDA, 2010; SROUGI et al., 2008).

Câncer ou neoplasia maligna, é o termo usado para o crescimento desordenado e descontrolado de células, resultando na formação de tumores. É uma condição usada para descrever mais de 1000 doenças que têm em comum essas características. Essas células se proliferam rapidamente, podendo invadir tecidos e órgãos adjacentes ou distantes de sua origem, as chamadas metástases. São diversos fatores que podem contribuir para a iniciação e progressão do câncer, tendo como exemplo as mutações genéticas, que são alterações no ácido desoxirribonucleico (DNA), que podem resultar no desenvolvimento de células anormais que se multiplicam de forma descontrolada. Os diferentes tipos de tumores podem variar dependendo de seu local de origem, agressividade e potencial de disseminação (BRASIL, 2020).

O câncer de próstata (CaP) é o segundo tipo de câncer mais frequente entre homens, podendo totalizar 72 mil casos novos a cada ano nos próximos três anos. Um dos fatores claramente estabelecidos para o desenvolvimento do câncer de próstata é a idade, com aproximadamente 62% dos casos ocorrendo em homens de 65 anos ou mais. Outros aspectos de risco são os étnicos e geográficos, dado que o CaP é duas vezes mais comum em negros se comparados a brancos. Indivíduos de ascendência africana, estadunidenses, jamaicanos e caribenhos, demonstram elevadas taxas de incidência globalmente. Além disso, fatores hereditários, apresentando duas vezes mais chances de terem CaP, se um parente de primeiro grau tem a doença (BRASIL, 2022; DAMIÃO et al., 2015).

Pacientes portadores de CaP em estágio inicial raramente manifestam quaisquer sinais ou sintomas relacionados à neoplasia. Nessa fase, as perspectivas de tratamento são consideravelmente mais promissoras. Apresentando um quadro mais assintomático ou apresentam sintomas inespecíficos, tais como a queixa associada à função da bexiga urinária, como a vontade de urinar com muita frequência, em pequenas quantidades,

chamada de polaciúria, e uma micção dolorosa ou desconfortável associada a uma sensação aguda de queimação, chamada de disúria, por exemplo. Mediante o exposto, o diagnóstico precoce se torna imprescindível para o melhor prognóstico do paciente, tais como: o toque retal, avaliar o antígeno específico da próstata (PSA) - uma proteína expressa no tecido prostático -, métodos de imagem, principalmente por meio da ressonância magnética (RM), que pode avaliar o estadiamento da neoplasia, e a ultrassonografia transretal com biópsia prostática com agulha, um diagnóstico tido como mais invasivo (BRAVO et al., 2022; DAMIÃO et al., 2015; FERNANDES, 2022).

Com a necessidade de prevenir o CaP precocemente, visto que é o segundo câncer com maior acometimento em homens (BRASIL, 2020), o presente trabalho teve como objetivo a investigação a respeito da utilidade clínica da técnica de imagem por ressonância magnética do câncer de próstata, apresentando seus princípios técnicos, aplicabilidades clínicas e sua eficácia clínica.

2 MÉTODO

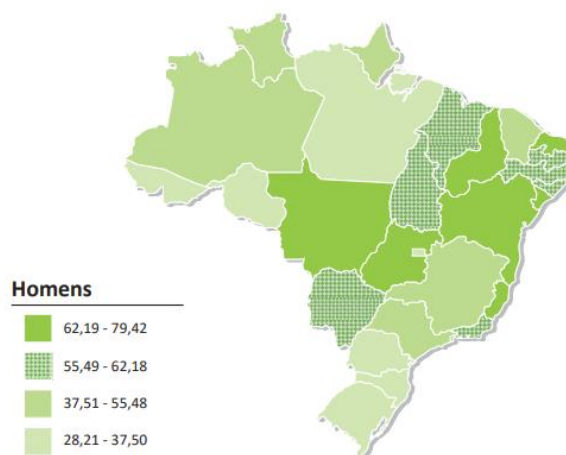
O presente trabalho se constituiu como uma abordagem sistemática e qualitativa de revisão de literatura do tipo narrativa. As plataformas de pesquisas utilizadas foram: Scientific Eletronic Library Online (SciELO), National Library of Medicine (PubMed), bem como o Google Acadêmico e boletins do Ministério da Saúde. Para o levantamento bibliográfico foram utilizadas palavras-chaves: Câncer de Próstata; PI-RADS e Ressonância Magnética Multiparamétrica. Os artigos escolhidos eram do idioma português, espanhol e inglês, no período de 2015 a 2024. Artigos anteriores ao período selecionado foram usados como descrição e conceitos para o tema exposto. As informações obtidas foram agrupadas, organizadas e discutidas para a elaboração deste trabalho.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Câncer de Próstata

Em escala mundial, o CaP é o quarto tipo de câncer mais frequente entre a totalidade de casos, correspondendo a aproximadamente 7,3%. Com 1,4 milhões de casos novos, em 2020, aproximadamente 15,2% de todos os casos de câncer entre homens foram diagnosticados com CaP, correspondendo um risco de 31,50 casos a cada 100 mil homens. No Brasil, o CaP ocupa o segundo lugar entre os tipos de cânceres mais frequentes em todas as regiões do Brasil, conforme retratado na figura 1, perdendo unicamente para os tumores de pele não melanoma. Espera-se que entre os anos de 2023 a 2025, tenha-se um total de aproximadamente 71.730 novos casos, correspondendo a 67,86 de casos em 100 mil homens (FERLAY et al., 2021; BRASIL, 2020).

Figura 1: Representação espacial das taxas ajustadas de incidência por 100 mil homens, segundo Unidade da Federação (neoplasia maligna da próstata).



Fonte: BRASIL, 2020.

Com o objetivo de padronizar os resultados obtidos, o The International Prostate MRI Worling Group criou uma classificação nos achados, denominados PI-RADS (Prostate Imaging Reporting and Data System), com o objetivo de detectar, localizar, caracterizar e estratificar o risco dos pacientes, onde essa classificação varia de 1 a 5, ilustrada no quadro 1.

Quadro 1: Classificação do PI-RADS.

PI-RADS 1	Lesão significante altamente improvável.
PI-RADS 2	Lesão significante improvável.
PI-RADS 3	Lesão significante e equívoca com necessidade de biópsia dirigida a partir desse escore. Probabilidade 12 e 23% de lesões malignas.
PI-RADS 4	Lesão significante provável. Probabilidade 60 e 72% de lesões malignas.
PI-RADS 5	Lesão significante altamente provável. Probabilidade 83 e 91% de lesões malignas.

Fonte: TURKBEY et al. 2019, adaptado.

3.2 Manifestações clínicas

O carcinoma de próstata possui um comportamento muito variável, podendo apresentar-se com sintomas silenciosos ou mais agressivos, via de regra. Na grande maioria dos casos, ausência de sintomas é o mais relatado na clínica, e quando presente são mínimos. Entre eles podemos citar a dificuldade em urinar, a demora em começar e/ou terminar de urinar, sangue na urina – hematúria -, diminuição do jato de urina e a necessidade de urinar mais vezes durante o dia e/ou à noite. Entretanto, essas sintomatologias são inespecíficas, impossibilitando o paciente de associar as disfunções com uma possível neoplasia. Além disso, esses sinais e sintomas também são recorrentes em outras doenças prostáticas, como a prostatite e a hiperplasia prostática benigna. Importante ressaltar que há fatores que aumentam o risco da CaP. Pode-se considerar como principal fator de risco o avanço da idade. No Brasil, a cada 10 homens diagnosticados com CaP, 9 tem mais de 55 anos, além do histórico familiar de câncer associado e um elevado peso corporal (BRASIL, 2019).

3.3 Diagnóstico

3.3.1 Antígeno Específico da Próstata (PSA)

O diagnóstico do CaP se tornou revolucionário com a descoberta do antígeno específico da próstata, ou PSA (do inglês, *prostate specific antigen*) como é mais conhecido. Trata-se de uma glicoproteína presente nos fluídos prostáticos, expressa em tecidos prostáticos: não malignos, hipertróficos benignos e malignos, entretanto não é encontrado em outros tecidos humanos. Inicialmente, utilizava-se apenas para o diagnóstico da neoplasia; contudo, notaram-se a importância para o monitoramento de pacientes anteriormente diagnosticados, observando-se que os níveis séricos do PSA fornecem o prognóstico em relação à sobrevida do paciente (EVANS et al., 2020).

A triagem com os níveis de PSA foi um parâmetro muito bem estabelecido, assim como o toque retal; contudo este, ainda que seja realizado de forma muito sistemática, sua eficácia ainda é muito limitada, ainda que seja de grande importância de detecção da palpação de irregularidades e nódulos (DESCOTES, 2019).

Em condições normais, os níveis de PSA encontrados na corrente sanguínea devem ser inferiores a 4 ng/mL. Quando o paciente se encontra com os valores entre 4 ng/mL e 10 ng/mL, indica-se o encaminhamento à biópsia. Entretanto, para evitar um procedimento invasivo precoce, trazendo muito desconforto ao paciente, é necessário correlacionar com outros exames como o toque retal e a ultrassonografia transretal, indicando que o PSA elevado isoladamente não é preditor para o exame de biópsia. No intuito de evitar a imposição da biópsia, foram desenvolvidas “calculadoras de risco”, sendo realizada por um teste de densidade, a partir do PSA sérico dividido pelo volume da próstata, usando-se um ponto de corte de 0,15 ng/mL/cc. (MOTTET et al., 2017).

Nos últimos anos, a ressonância magnética foi incorporada como um método adicional para o rastreamento do câncer de próstata. A viabilidade dessa tecnologia é resultado do uso de sequências e ponderações que proporcionam uma excelente diferenciação dos tecidos e uma ótima resolução espacial, permitindo identificar possíveis lesões e classificá-las para a estratificação de risco. Além disso, a ressonância magnética permite avaliar a extensão do tumor, seu estadiamento, e monitorar a resposta ao tratamento (TURBEY; CHOYKE, 2022).

3.3.2 Ressonância magnética

A Imagem por Ressonância Magnética (IRM) é uma técnica de diagnóstico capaz de fornecer informações anatômicas precisas, onde é mais sensível, não apenas em estruturas anatômicas como em partes moles do corpo (por exemplo, a próstata) como na observação de processos inflamatórios e lesões no interior do corpo. É um método de imagem não invasivo, em que não há radiação ionizante envolvida, sendo assim, não oferece riscos radioativos aos pacientes. Utiliza um campo magnético de alta intensidade e ondas de radiofrequência (RF) para a formação de imagens. Pode ser adquirida em qualquer plano anatômico (axial, coronal, sagital e oblíquos), possui bom contraste tecidual e uma alta resolução espacial e temporal, permitindo a diferenciação entre os tecidos e uma análise minuciosa das funções das partes em estudo. Por meio das imagens obtidas, essa técnica auxilia médicos e especialistas na obtenção de um

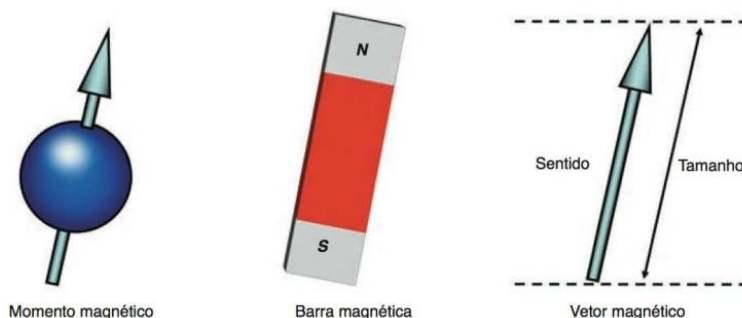
diagnóstico, permitindo um melhor prognóstico e tratamento de doenças (HAGE et al., 2009).

3.3.3 Princípios básicos da RM

3.3.3.1 Núcleo de hidrogênio

Partindo do princípio, a ressonância é um fenômeno físico que ocorre normalmente e se baseia na troca de energias entre forças periódicas, no caso da IRM, ondas eletromagnéticas e átomos em movimento, isto é, quando um corpo é submetido a uma força externa com frequência próxima a sua própria frequência natural oscilatória, ocorre um ganho de energia com posterior emissão de um sinal, usado para a formação da imagem. Os átomos utilizados na ressonância magnética são os de hidrogênio, isso ocorre por serem muito abundantes no corpo. Em sua condição basal, esses átomos encontram-se em estado de entropia, apresentando seus movimentos de rotação com vetor de magnetização (spin) em diferentes direções e sentido. Ao passo em que os hidrogênios são submetidos a um campo, conforme ilustrado na figura 2. A partir do momento em que uma fonte de radiofrequência externa é aplicada pelo próprio equipamento, esses átomos saem do seu estado de menor energia para um estado mais energético. Quando a RF cessa, os átomos de hidrogênio voltam ao seu estado primordial, liberando essa energia excedente que é captada pelas bobinas receptoras (partes do equipamento responsáveis pela captação do sinal de qualquer área anatômica em estudo) formando o chamado sinal. Esse sinal é transformado em dados, onde são armazenados e processados logo após ocorre a formação de imagens (WESTBROOK; ROTH; TALBOT, 2021).

Figura 2: Momento magnético do núcleo de hidrogênio.



Fonte: Ressonância Magnética – WESTBROOK; ROTH; TALBOT, 2021.

3.3.3.2 Decaimento de rotação em diferentes tecidos

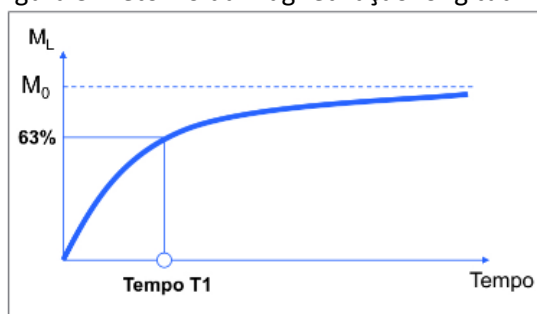
Levando em consideração que as moléculas de gordura contêm átomos de hidrogênio ligados a átomos de carbono e oxigênio, enquanto as moléculas de água contêm dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H_2O), sabe-se que a frequência de rotação própria das duas são diferentes. Isso garante que o tempo de relaxamento possibilite uma diferenciação entre os dois tecidos, uma vez que os sinais provenientes de ambos serão emitidos em momentos diferentes. Isso vale não somente para

moléculas de água e gordura, mas também para todos os tecidos que possuam hidrogênio em sua composição, permitindo a diferenciação de tecidos nas IRM (WESTBROOK; ROTH; TALBOT, 2021).

3.3.3.3 Tempo de Relaxamento

O relaxamento dos spins que forma o sinal para a imagem é causado pelas trocas de energias entre uma rede de spins formadas. As interações mencionadas são conhecidas como relaxação spins, e sua combinação é responsável por conduzir o vetor de magnetização de volta ao seu estado de equilíbrio. Foram estabelecidas duas constantes de tempo para caracterizar cada um destes processos: T1 (tempo 1) e T2 (tempo 2). A ponderação T1 está associada ao tempo necessário para o vetor de magnetização retornar pelo menos 63% do seu valor inicial ao longo do eixo longitudinal fornecendo energia ao meio em que estão, conforme ilustrado na figura 3; em suma, uma imagem mais anatômica. Por outro lado, a ponderação T2 caracteriza a diminuição da magnetização no plano transversal e é influenciada pela interação no meio em que está presente, com tempo de recuperação de 37% de seu valor inicial, conforme ilustrado na figura 4, que resulta em uma imagem que evidencia melhor os fatores fisiológicos, como processos inflamatórios (MAZZOLA, 2023).

Figura 3: Retorno da magnetização longitudinal.

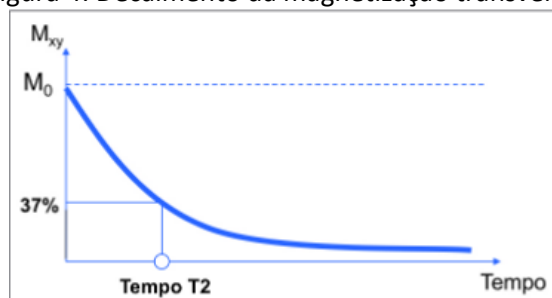


Legenda:

MZ: magnetização no eixo z; ML: magnetização longitudinal; M0: magnetização inicial;

Fonte: Ressonância Magnética – MAZZOLA, 2023.

Figura 4: Decaimento da magnetização transversal.



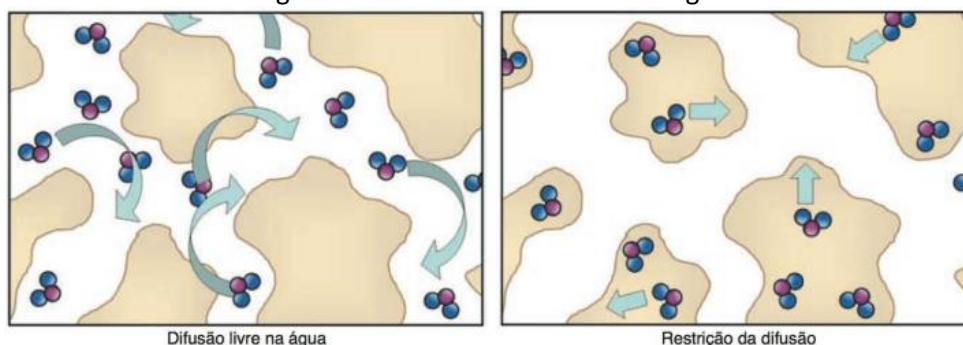
Legenda: MZ: magnetização no eixo z; ML: magnetização longitudinal; M0: magnetização inicial;

Fonte: Ressonância Magnética – MAZZOLA, 2023.

3.3.3.4 Difusão: Diffusion weighted imaging (DWI)

A imagem por difusão se baseia no chamado movimento browniano das partículas, descrito por Einstein, isto é, a determinação esperada do deslocamento de pequenas partículas do soluto em um líquido, em um determinado espaço de tempo. Dessa forma, a difusão é um termo empregado para descrever o movimento no espaço extracelular de um soluto que se transporta de uma região de elevada concentração para uma região de menor concentração por meio de um movimento aleatório induzido termicamente, ou movimento browniano de moléculas, ilustrado na figura 5 (WESTBROOK; ROTH; TALBOT, 2021; VILANOVA et al., 2015).

Figura 5: Difusão livre e restrita na água.



Fonte: Ressonância Magnética – WESTBROOK; ROTH; TALBOT, 2021.

O movimento efetivo das moléculas que se difundem através de uma área de tecido por segundo é conhecido como coeficiente de difusão aparente (ADC), onde o valor da ponderação em difusão pode ser determinado por valor de b , quando em áreas em que a difusão é restrita, o ADC é baixo (área hipointensa no mapa ADC), enquanto em áreas de difusão livre é alto, este permite a quantificação das propriedades da difusão por meio de diversas imagens. Existem algumas situações em que a movimentação da água pode se alterar causando a chamada “restrição a difusão”, como é o caso do aumento da viscosidade celular da região, que ocorre em casos de acidente vascular encefálico (AVE), ou em casos de aumento da densidade celular, como é o caso dos tumores, entre eles, os tumores prostáticos (WESTBROOK; ROTH; TALBOT, 2021).

3.4 Protocolo padrão da Próstata

Para as diretrizes atuais de PI-RADS, as recomendações sobre como realizar o protocolo de próstata na ressonância magnética envolvem algumas sequências básicas, tais como: turbo spin-eco ponderadas em T2 em dois ou mais planos (sagital, coronal e axial), uma sequência de difusão com aquisições em vários valores de b e uma sequência com administração de contraste e aquisição dinâmica, possuindo alta resolução temporal. O protocolo recomendado está ilustrado no quadro 2 (HOTKER; VARGAS, DONATIL, 2022).

Quadro 2: Exemplos de protocolos de ressonância magnética multiparamétrica da próstata dos dois dispositivos, em 1,5 T e 3 T.

1.5 T Philips Achieva dStream multiparametric prostate MRI protocol						
Sequences and parameters	T2W axial	T2W coronal	T2W sagittal	DWI (large FOV)	DWI (focus)	DCE
FOV (mm x mm)	140 x 140	140 x 140	250 x 250	250 x 215	150 x 150	220 x 303
Matrix	232 x 217	232 x 208	208 x 208	84 x 69	64 x 61	128 x 178
Slice thickness (mm)	3	3	4	5	4	3
TR (ms)	6000	2900	3080	4350	5000	4.9
TE (ms)	100	100	120	85	98	2.3
Flip angle (°)	90	90	90	90	90	8
b value (s/mm ²)	-	-	-	0 and 800	0, 800, and 1500	-
Average	2	2	2	6	4	1
Number of phases	-	-	-	-	-	27
3.0 T GE SIGNA™ architect multiparametric prostate MRI protocol						
Sequences and parameters	T2W axial	T2W coronal	T2W sagittal	DWI (large FOV)	DWI (focus)	DCE
FOV (mm x mm)	200 x 200	180 x 180	180 x 180	340 x 340	200 x 200	240 x 240
Matrix	452 x 318	452 x 288	452 x 288	120 x 134	92 x 46	224 x 200
Slice thickness (mm)	3	3	3	5	3	3
TR (ms)	3900	3000	3180	8500	4800	3.6
TE (ms)	140	136	136	Minimum	Minimum	Minimum
Flip angle (°)	165	165	165	-	-	12
b value (s/mm ²)	-	-	-	50 and 800	50, 800, and synthetic 1400	-
Average	1	1.5	1.5	2 and 4	4 and 12	1
Number of phases	-	-	-	-	-	30

During DCE examination, gadolinium-based intravenous contrast agent is administered at a concentration of 0.1-0.2 mmol/kg and with an injection rate of 2-4 mL/s. T2W, T2-weighted; DWI, diffusion-weighted imaging; DCE, dynamic contrast-enhanced; FOV, field of view; TR, repetition time; TE, echo time.

Fonte: ONDER et al., 2024.

3.4.1 Imagem ponderada em T2

As imagens adquiridas na ponderação T2 promovem detalhes anatômicos e fisiológicos, como processos inflamatórios, podendo evidenciar suspeitas em alta resolução espacial (figura 6). Em um exame de próstata, a zona periférica normal possui um hipersinal homogêneo, a capsula prostática é delimitada por uma fina imagem linear de hipossinal e a zona central, transicional e periuretral não se distinguem nitidamente, dessa forma, são avaliadas em conjunto (BITTENCOURT et al., 2014).

Figura 6: RM da próstata normal: Axial T2.



Legenda:

Seta branca - cápsula prostática; Seta preta - cápsula cirúrgica; ZP - zona periférica; Asterisco - glândula interna.

Fonte: BITTENCOURT et al., 2014.

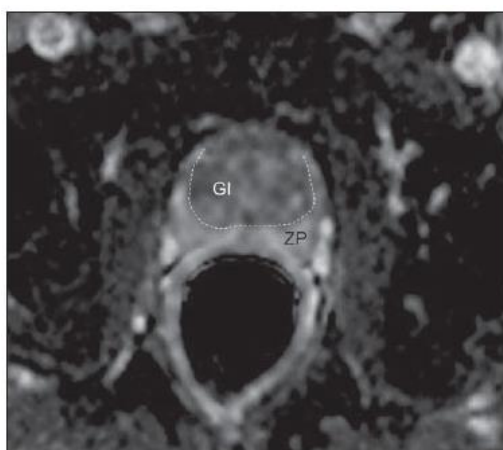
3.4.1.1 CaP na sequência T2

Assim como abordado anteriormente, a imagem ponderada em T2 a zona central e transicional tem uma baixa intensidade e a zona periférica tem uma alta intensidade de sinal, apresentando alto contraste entre as duas áreas. Nas zonas onde ocorre uma alta intensidade de sinal, como ocorre na zona periférica, o CaP é mais facilmente identificado, aparecendo lesões focais com baixo sinal, arredondadas ou mal definidas. Contudo, nas zonas transicional e central, onde o sinal é mais baixo, achados de CaP são mais difíceis de identificar, apresentando lesões homogêneas, com sinal moderadamente baixos, não circunscritas e margens espiculadas. Como a aparência não é específica, podem ser confundidos com diversas condições, como inflamações não específicas, fibroses entre outras. As alterações estão ilustradas no quadro 2 (CARVALHO; FRANCA; FARJE, 2018; WEINREB et al., 2015).

3.4.2 DWI

É situada em uma área com várias estruturas tubulares ricas em líquidos, a difusão de moléculas de água é irrestrita em seu interior. Apresenta valores homogeneamente altos de ADC, na zona periférica, sendo facilmente diferenciada da glândula interna na DWI, conforme ilustrado na figura 7. Esse fator de diferenciação é imprescindível para a grande utilidade da difusão na detecção de tumores na zona periférica, que se apresentam como focos de restrição à difusão (hiposinal) em relação a uma área com difusão não restrita (hipersinal) (TEWES et al., 2016; BITTENCOURT et al., 2014).

Figura 7: RM da próstata normal: Mapa ADC



Legenda:

ZP - Zona periférica (maiores valores de ADC); GI - Glândula Interna (menores valores de ADC).

Fonte: BITTENCOURT et al., 2014.

3.4.2.1 CaP na sequência DWI

Visto que as células neoplásicas apresentam maior restrição à difusão que o tecido normal, consequente a sua maior densidade celular, o aumento do número de células malignas reduz o espaço extracelular e, assim, dificulta a normal difusão de

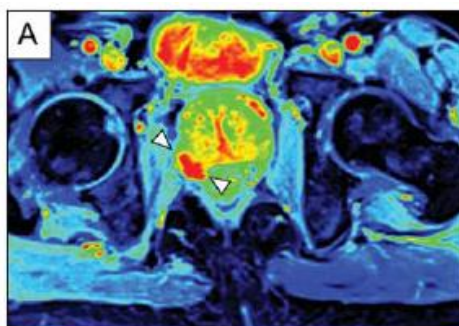
moléculas de água. Essa ponderação permite uma avaliação qualitativa e quantitativa do câncer de próstata. Em tecido com alta densidade celular, como no CaP, a difusão elucida a restrição, ou seja, uma elevada intensidade de sinal com altos valores de b e baixa intensidade de sinal no mapa ADC. Com o mapa ADC é possível se calcular esse coeficiente, permitindo uma avaliação qualitativa e quantitativa da agressividade do CaP (BITTERN COURT et al., 2014; DICKINSON et al., 2013).

Dessa forma, o CaP localizado na zona periférica da próstata ou na zona de transição, surge com restrição de difusão hipersinal. Essas imagens possuem uma baixa resolução anatômica, tornando-se imprescindível a fusão com as imagens adquiridas em T2. Na região central a difusão à sensibilidade é menor, com valores de ADC geralmente mais baixos, podendo ser facilmente confundidos com a hiperplasia benigna prostática, reforçando a necessidade em analisar as imagens em T2, que possuem maior sensibilidade nessa área. Dessa forma, quaisquer possíveis achados neoplásicos apresentam-se como entidades hipotensas nas imagens em DWI. As alterações estão ilustradas no quadro 2 (NUNES et al., 2019; JIE; RONGBO; PING, 2014).

3.4.3 Realce dinâmico pelo contraste

Consiste em uma sequência ponderada em T1, com a administração do contraste venoso intravenoso, o gadolínio – trata-se de um metal que possui influência na IRM por possuir propriedades paramagnéticas, por obter um alto momento magnético, influenciando o campo magnético e permitindo que os átomos de hidrogênios emitam um sinal mais cedo -, também conhecido como Estudo Dinâmico com Contraste (DCE), possui alta resolução temporal, uma vez que são feitas diversas aquisições sequenciais com um curto intervalo de tempo entre elas. As imagens são processadas posteriormente em aplicativos dedicados, utilizando avaliação semiquantitativa ou quantitativa. Isso possibilita a geração de curvas de realce e mapas coloridos, possibilitando a fácil interpretação por profissionais e melhores laudos. Os mapas paramétricos resultam em pixels coloridos, conforme ilustrado na figura 8, destacando as lesões suspeitas como áreas focalizadas e de hipersinal, com uma distribuição assimétrica no espectro de cores selecionado (HOTKER; VARGAS; DONATIL, 2022; BITTENCOURT et al., 2014; XIAO et al., 2016).

Figura 8: RM da próstata: Pós-processamento semiquantitativo do DCE.



Legenda:

A - Representa o mapa paramétrico gerado pelo DCE; Setas brancas – Área suspeita em vermelho, destacando-se das outras regiões prostáticas.

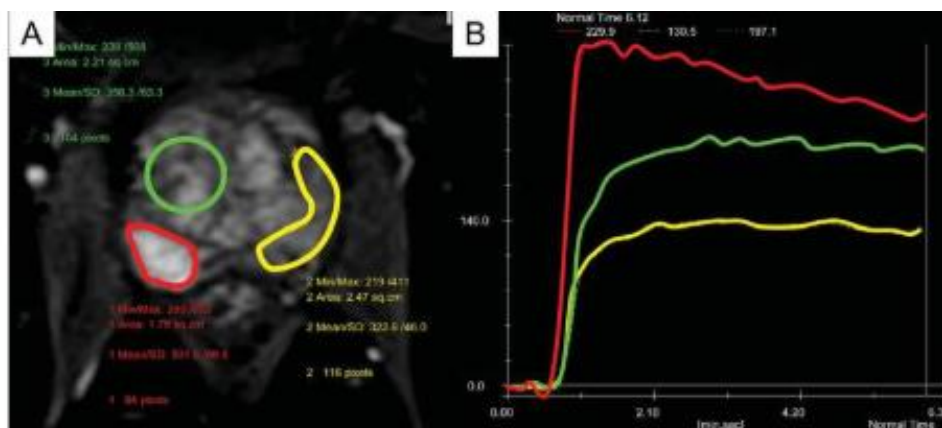
Fonte: BITTENCOURT et al., 2014.

3.4.3.1 CaP com realce dinâmico (DCE)

A ressonância magnética DCE, assim como falado anteriormente, é uma aquisição ponderada em T1, onde são adquiridas imagens antes, durante e após a administração do contraste intravenoso por gadolínio, desse modo o contraste realça células neoplásicas precocemente em relação a tecidos normais, os quais possuem uma passagem mais lenta e estável. Os tumores malignos apresentam uma eliminação precoce, enquanto outros retêm o contraste por mais tempo, dessa forma o realce não é definitivo para o CaP, e a sua ausência não exclui a possibilidade, é necessário avaliar a clínica geral do paciente, assim como os outros achados. As imagens adquiridas são pós-processadas, permitindo a produção de mapas coloridos e curvas de realce (DURMUS; BAUR; HAMM, 2014; WEINREB et al., 2015).

Existem constantes de transporte nos vasos, mostrando a direção do sangue, onde o contraste foi administrado, consequentemente é possível saber as constantes do tecido para o interstício e do líquido ao plasma sanguíneo, a máquina possui a capacidade de calcular a concentração do gadolínio nessas duas concentrações. Na constante de transporte tecidual existe um aumento significativo com a existência do CaP, que pode ser visualizado no mapa de cores paramétricos, ilustrada na figura 9. O realce positivo para neoplasia acontece, geralmente, após 10 segundos da chegada do contraste, a lesão é focal, anterior ou contemporânea ao realce de tecidos prostáticos normais adjacentes e correspondentes a achados em T2 e/ou DWI. As alterações estão ilustradas no quadro 2 (DURMUS; BAUR; HAMM, 2014).

Figura 9: RM da próstata: DCE.



Legenda:

- A - Representa uma fase arterial precoce na avaliação do meio de contraste; Linha vermelha: Alta intensidade na zona periférica indicativo de lesão tumoral; Linha amarela – Zona periférica, tecido normal; Linha verde - Zona central, tecido normal;
- B - Área tumoral tem uma subida intensa que depois vem de uma queda significativa.

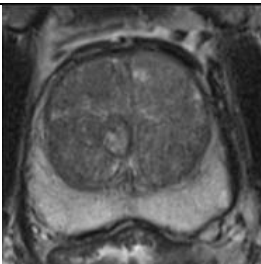
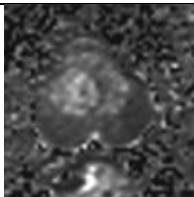
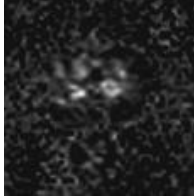
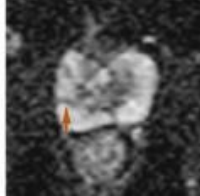
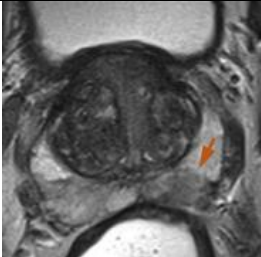
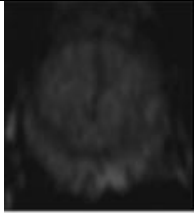
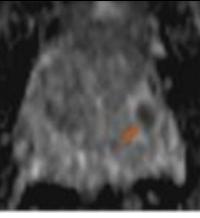
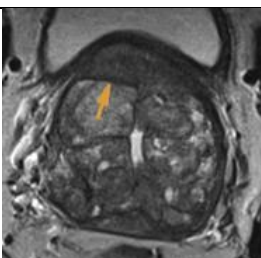
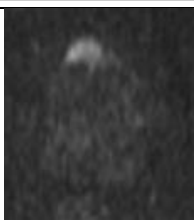
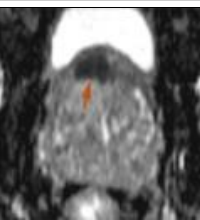
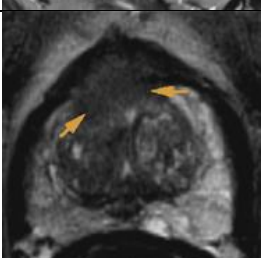
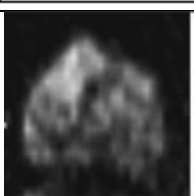
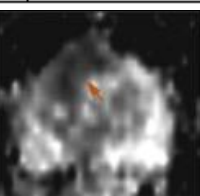
Fonte: BITTENCOURT et al., 2014.

3.5 Biópsia

A biópsia segue sendo o padrão ouro para o diagnóstico da CaP e sua indicação é baseada nos valores referentes ao PSA, suspeita no toque retal e achados nos exames de imagem. De maneira geral são coletados, durante a biópsia, 8 cilindros de fragmentos

por lóbulos; em caso de suspeita de CaP, esse número aumenta a 10 ou 12, onde são processados pela patologia e classificados pela amostra obtida. Com a realização da IRM antes do procedimento, obteve-se um aumento na sensibilidade e especificidade na detecção do CaP. Aumentando a acurácia na detecção e garantindo maior precisão na realização de biópsias por meio da fusão de imagens de ressonância magnética com ultrassonografia, utilizando software específico (PERDOMO et al., 2018, MOTTET et al., 2017 e TURKBAY; CHOYKE, 2022).

Quadro 2: Achados de CaP com PI-RADS: seqüências T2 e DWI.

	T2	Características	Difusão		Características
PI-RADS 1		Intensidade hiperintenso de sinal uniforme (normal).			Sem anormalidades em ADC e DWI com valor de b elevado.
			ALTO VALOR DE B DWI	MAPA DE ADC	
PI-RADS 2		Circunscrito (seta) Hipotenso ou heterogêneo Nódulo(s) Encapsulado(s)			Hipointenso indistinto em ADC (seta).
			ALTO VALOR DE B DWI	MAPA DE ADC	
PI-RADS 3		Heterogeneidade na intensidade do sinal ou hipointensidade moderada arredondada não circunscrita (seta).			Levemente/ Moderadamente Hipotenso Centralizado em ADC (seta) e isointenso/Levemente hipertenso com alto valor-b DWI.
			ALTO VALOR DE B DWI	MAPA DE ADC	
PI-RADS 4		Lenticular (seta) ou não circunscrito, homogêneo, hipotenso moderado, e <1,5 cm em grande dimensão			Hipotenso com centralização marcada em ADC (seta) e hipertenso marcado em alto valor-b DWI; <1.5cm em imagens de eixo.
			ALTO VALOR DE B DWI	MAPA DE ADC	
PI-RADS 5		Igual ao 4, mas >=1.5cm em grande dimensão (seta) ou define extensão extraprostática/ comportamento invasivo			Mesmo que o exemplo 4, mas >=1.5cm em grande dimensão (seta) ou extensão definitiva extraprostática / Comportamento invasivo.
			ALTO VALOR DE B DWI	MAPA DE ADC	

Fonte: WEINREB et al., 2015, adaptado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resta concluso que a Ressonância magnética da próstata é um conjunto de sequências que eleva tanto a sensibilidade quanto a especificidade do diagnóstico do CaP comparado ao PSA de maneira isolada, aumentando a detecção de lesões suspeitas a malignidade. Entretanto não deve ser o primeiro exame a ser solicitado, apenas quando há uma alteração nos outros exames propostos, como o PSA e o exame de toque. Seus valores de especificidade aumentam quando comparados aos níveis de PI-RADS. Para assim, dependendo dos valores de PI-RADS laudados, o encaminhamento para a biópsia. Esse meio de diagnóstico se torna mais eficaz quando na presença de profissionais radiologistas atualizados e capacitados para a interpretação desse método e profissionais biomédicos qualificados para a realização de um exame de qualidade, permitindo uma melhor interpretação.

As sequências funcionais para o protocolo de próstata asseguram uma reunião de dados onde o diagnóstico se torna mais objetivo, com o uso de sequência e ponderações específicas, como DWI e o DCE, que são imprescindíveis para o exame de próstata, visto que quando combinadas aos achados anatômicos da sequência T2, aumenta a acurácia e confiabilidade para o diagnóstico de CaP. Diante disso, o exame não só pode resultar em benefícios clínicos significativos, como também contribuir para a redução dos custos de saúde e a diminuição da morbidade. Devido a essas vantagens, a ressonância magnética se mostra como uma ferramenta essencial nas novas abordagens diagnósticas de CaP, sendo necessária a formação de profissionais hábeis para a realização da aquisição das imagens, montagem e aperfeiçoamento de protocolos, e elaboração de laudos.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, P. F. F, ARRUDA, J.G.R.; **A importância do clínico no diagnóstico das doenças de próstata.** Fevereiro 2010. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/317341409_A_Importancia_do_Clinico_no_Diagnostico_das_Doencas_da_Prostata> Acesso em: 14 mar. 2024.

BITTENCOURT, L. K. et al. Ressonância magnética multiparamétrica da próstata: conceitos atuais. **Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem.** 2014 Set/Out;47(5):292–300. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rb/a/KR654tBHqHSx3zZts6fKS6b/?format=pdf&lang=pt> > Acesso em: 19 maio 2024.

BRASIL, Instituto Nacional de Câncer, 2019. **Câncer de próstata: vamos falar sobre isso?.** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:< https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/cartilha_cancer_prostata_nov2019_3areimp_2022_visualizacao.pdf > Acesso em: 17 maio 2024.

BRASIL, Instituto Nacional de Câncer, 2022. **INCA estima 704 mil casos de câncer por ano no Brasil até 2025.** Disponível em:< <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/noticias/2022/inca-estima-704-mil-casos-de-cancer-por-ano-no-brasil-ate-2025>> Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. Brasília, 2020. **Câncer**. Disponível em:<
[https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/cancer#:~:text=Câncer%20\(ou%20tumor%20maligno\)%20é,origem%20do%20tumor%20\(metástases\)>](https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/cancer#:~:text=Câncer%20(ou%20tumor%20maligno)%20é,origem%20do%20tumor%20(metástases)>) Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL, Secretaria da Saúde. Paraná, 2020. **Câncer**. Disponível em:<
[https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Cancer#:~:text=Câncer%20\(ou%20tumor%20maligno\)%20é,origem%20do%20tumor%20\(metástases\)>](https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Cancer#:~:text=Câncer%20(ou%20tumor%20maligno)%20é,origem%20do%20tumor%20(metástases)>) Acesso em: 20 mar. 2024.

BRAVO, B.S. et al; Câncer de Próstata: Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.5, n.1, p.567-577 Jan./fev. 2022. Disponível em:<
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/42555/pdf>>
 Acesso em: 17 mar. 2024.

CARVALHO, A. K. N; FRANCA, C. C. D. A; FARJE, L. A. D. F. O uso da ressonância magnética para o diagnóstico de câncer de próstata. **7 Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu**. Outubro, 2018. Disponível em: <
<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIIJTC/VIIJTC/paper/viewFile/1594/1999> > Acesso em: 21 maio 2024.

DAMIÃO, R. et al.; Câncer de próstata. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto** Vol. 14, n 1, Agosto 2015. Disponível em:< <https://www.e-publicacoes.uerj.br/revistahupe/article/view/17931/13463>> Acesso em: 17 mar. 2024.

DESCOTES, J.L, 2019. Diagnóstico de câncer de próstata. **Asian Journal of Urology**, Volume 6, Issue 2, Abril 2019, Pages 129-136. Disponível em:<
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214388219300128?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8913d9acdeed629b > Acesso em: 17 maio 2024.

DICKINSON, L. et al. **Sistemas de pontuação utilizados para a interpretação e relato de ressonância magnética multiparamétrica para detecção, localização e caracterização do câncer de próstata: a padronização poderia levar a uma melhor utilização de imagens na via diagnóstica?**. Janeiro, 2013. Disponível em: <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22566285/> > Acesso em: 21 maio 2024.

DURMUS, T.; BAUR, A.; HAMM, B. **Imagem de ressonância magnética multiparamétrica na detecção de câncer de próstata**. Janeiro, 2014. Disponível em: <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24452493/> > Acesso em: 24 maio 2024.

EVANS, D. E. et al. Triagem de câncer de próstata de base populacional usando uma comparação prospectiva, cega e pareada positiva de PSA e ressonância magnética rápida: o estudo IP1-PROSTAGRAM. **Journal of Clinical Oncology** Volume 38, Number 15. Maio, 2020. Disponível em: <
https://ascopubs.org/doi/abs/10.1200/JCO.2020.38.15_suppl.5513 > Acesso em: 18 maio 2024.

FERLAY, J. et al. **Estatísticas do câncer para o ano de 2020: uma visão geral**. Abril 2020. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33818764/> > Acesso em: 16 maio 2024.

FERNANDES, B.B. et al.; O diagnóstico precoce do câncer de próstata: uma revisão de literatura. **Revista Eletrônica Acervo Médico**. Vol. 9. Rio de Janeiro. Maio, 2022. Disponível em: < <https://acervomais.com.br/index.php/medico/article/view/10028/6136> > Acesso em: 14 mar. 2024.

GUYTON, A. C., HALL J.E.; **Tratado de Fisiologia Médica**. 13 ed. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < https://www.academia.edu/49358273/Tratado_de_Fisiologia_Médica_Guyton_13a_Edição_2017_Português > Acesso em: 13 mar. 2024.

HAGE, M. C. F. N. S. Imagem por ressonância magnética: princípios básicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1287-1295, Julho, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cr/a/mmPL6rMp5vmPCRpmYH84Kbm/?format=pdf&lang=pt> > Acesso em: 22 mar. 2024.

HOTKER, A. M; VARGAS, H. A.; DONATIL, O. F. **Protocolos abreviados de RM em ressonância magnética da próstata**. Abril, 2022. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9029675/> > Acesso em: 18 maio 2024.

JIE, C.; RONGBO, L.; PING,T. **O valor da imagem ponderada em difusão na detecção do câncer de próstata: uma meta-análise**. Maio, 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4082652/> > Acesso em: 24 maio 2024.

MAZZOLA, A. A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações sem imagem funcional. **Revista Brasileira de Física Médica**. 2023, v3 n1 :117-29. Disponível em: < <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/51/v3n1p117> > Acesso em: 22 mar. 2024.

MOTTET, N. et al. Diretrizes EAU-ESTRO-SIOG sobre Câncer de Próstata. Parte 1: Triagem, Diagnóstico e Tratamento Local com Intenção Curativa. **European Urology**. Volume 71, Issue 4, Abril 2017, Pages 618-629. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0302283816304705?via%3Dihub> > Acesso em: 17 maio 2024.

NUNES, P. et al. Consenso nacional de cancro da próstata. **Revista portuguesa de Oncologia**. Suplemento novembro 2019. Disponível em: < <https://apurologia.pt/wp-content/uploads/2020/01/cons-nac-cancro-prostata-.pdf> > Acesso em: 25 maio 2024.

ONDER, O. et al. **Resultados de acompanhamento em longo prazo da ressonância magnética multiparamétrica da próstata e o valor prognóstico do PI-RADS: um estudo de corte retrospectivo unicêntrico**. Maio, 2024. Disponível em: <

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11095067/> > Acesso em: 19 maio 2024.

PERDOMO, G. et al. Uma revisão atualizada e global sobre o câncer de próstata. **Revista de la Facultad de Medicina**. Volume 66, número 3. Setembro, 2018. Disponível em: < <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-976975> > Acesso em: 25 maio 2024.

SILVERTHORN, D. U.; **Fisiologia Humana, uma abordagem integrada**. 7 ed. São Paulo, 2017. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7626306/mod_resource/content/1/Dee%20Unglaub%20Silverthorn%20-%20Fisiologia%20Humana%20Uma%20Abordagem%20Integrada.pdf > Acesso em: 13 mar. 2024.

SROUGI, M. et al.; Doença da próstata. **Revista médica**. São Paulo. 2008. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/59075/62060> > Acesso em: 14 mar. 2024.

TEWES, S. et al. **Relatório padronizado de ressonância magnética da próstata: Comparação da imagem da próstata Sistema de relatórios e dados (PI-RADS) Versão 1 e Versão 2**. Setembro, 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5033350/> > Acesso em: 21 maio 2024.

TURKBEY, B; CHOYKE, P. **Ressonância magnética multiparamétrica e diagnóstico de câncer de próstata e estratificação de risco**. Julho, 2022. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22617060/> > Acesso em: 17 maio 2024.

TURKBEY, B et al. 2019. **Sistema de relatórios e dados de imagens de próstata versão 2.1: Atualização de 2019 do sistema de relatórios e dados de imagens de próstata versão 2**. Março 2019. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30898406/> > Acesso em: 16 maio 2024.

VILANOVA, J. C. et al. Ressonância Magnética multiparamétrica. Papel das técnicas da RM no diagnóstico, estadiamento e acompanhamento do câncer de próstata. **Monografia: novas técnicas diagnósticas do CaP**. Arch. Esp. Urol. 2015. Disponível em: < <https://encr.pw/pvU61> > Acesso em: 18 maio 2024.

WEINREB, J. C. et al. **Imagem de próstata PI-RADS - Sistema de relatórios e dados: 2015, versão 2**. Outubro, 2015. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26427566/> > Acesso em: 21 maio 2024.

WESTBROOK, Catherine; ROTH, Carolyn Kaut; TALBOT, John. **Ressonância magnética Aplicações Práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 5ª ed. 2021.

Xiao, Y. et al. Agentes de contraste para ressonância magnética: classificação e aplicação (revisão). **Revista Internacional de Medicina Molecular** 38. n. 5. Setembro, 2016.

Disponível em: <<https://www.spandidos-publications.com/ijmm/38/5/1319>> Acesso em: 30 maio 2024.