

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ  
FACENE/RN  
GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

NARA KALLINY DE OLIVEIRA ARAÚJO

**A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO FERRAMENTA DIAGNÓSTICA DO CÂNCER  
DE PRÓSTATA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

MOSSORÓ/RN  
2021

NARA KALLINY DE OLIVEIRA ARAÚJO

**A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO FERRAMENTA DIAGNÓSTICA DO CÂNCER  
DE PRÓSTATA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada à Faculdade Nova Esperança de Mossoró – FACENE/RN - como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Biomedicina.  
Orientador: Prof. Me. Ítalo Diego Rebouças de Araújo

MOSSORÓ/RN

2021

Faculdade Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.  
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

A663r Araújo, Nara Kalliny de Oliveira.

A ressonância magnética como ferramenta diagnóstica do  
câncer de próstata: uma revisão integrativa / Nara Kalliny de  
Oliveira Araújo. – Mossoró, 2021.  
35 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Ítalo Diego Rebouças de Araújo.  
Monografia (Graduação em Biomedicina) – Faculdade  
Nova Esperança de Mossoró.

1. Ressonância magnética nuclear. 2. Câncer de próstata.  
3. Diagnóstico por imagem. I. Araújo, Ítalo Diego Rebouças de.  
II. Título.

CDU 615.849+616.65-006.6

NARA KALLINY DE OLIVEIRA ARAÚJO

**A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO FERRAMENTA DIAGNÓSTICA DO CÂNCER  
DE PRÓSTATA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada à Faculdade Nova Esperança de Mossoró – FACENE/RN - como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Biomedicina.

**Aprovado em: 25/05/2021**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Ítalo Diego Rebouças de Araújo (FACENE/RN)  
Orientador

---

Prof. Esp. Antônio Cleudes Cavalcante Costa (FACENE/RN)  
Membro Interno

---

Profa. Dra. Jéssica Carla de Oliveira (FACENE/RN)  
Membro Interno

## **AGRADECIMENTOS**

À minha vó, Maria Celestina, uma grande mulher, que sempre me ajudou e acreditou em mim. Sem ela, não seria possível chegar até aqui e ser quem sou. Esteve ao meu lado em todos os momentos de minha vida, sendo eles felizes ou tristes.

À minha mãe, Neliana, que não mede esforços para que meus sonhos sejam alcançados com sua ajuda. Uma mulher que sempre batalhou por mim e que prioriza meu bem-estar. Estando ao meu lado em todas as minhas dificuldades sendo meu porto seguro.

Ao meu orientador, Ítalo Diego, que mesmo com tantas responsabilidades, me ajudou a produzir este trabalho, sendo sempre muito atencioso e responsável. Contribuindo com a realização de um sonho, sendo este a conclusão desta graduação.

## RESUMO

Em 1946 os cientistas Felix Bloch e Edward Purcell descobriram a Ressonância Magnética, e a partir de 1971, a ferramenta passou a ser estudada para que pudesse fazer parte do diagnóstico de tumores. A combinação de toque retal e dosagem sérica do antígeno prostático específico (PSA) vem sendo utilizada no rastreamento do câncer prostático, e a biópsia prostática por meio de ultrassonografia (US) transretal, estabelecendo-se como método necessário e suficiente para confirmação histológica. É de extrema importância lembrar que podem existir tumores indiferenciados e, portanto, mais agressivos, apresentando valores de PSA dentro da margem considerada normal podendo, na maioria das vezes, serem detectados pelo toque retal, porém existem pacientes que não se sentem confortáveis realizando o exame de tal maneira. Optando então pelo diagnóstico por imagem. A ressonância torna-se uma boa opção para pacientes diagnosticados pelo antígeno prostático específico (PSA), descartando o toque retal. Mesmo o PSA sendo considerado um ou mesmo o marcador biológico mais específico da medicina, sendo um excelente marcador de órgão, mas não da patologia específica. Um exame de imagem torna-se necessário para se ter um diagnóstico completo. Este trabalho tem como objetivo apresentar as vantagens da ressonância magnética nuclear (RMN) no diagnóstico, precoce ou a longo prazo, do câncer de próstata. Sendo realizado uma revisão bibliográfica do tipo integrativa. A pesquisa foi realizada nas bases de dados SciELO e PubMed, foi escolhido então 12 artigos para o estudo e foram apresentadas suas discussões e resultados.

**Palavras-chaves:** Ressonância magnética nuclear; câncer de próstata; diagnóstico por imagem.

## ABSTRACT

In 1946, scientists Felix Bloch and Edward Purcell discovered magnetic resonance imaging, and from 1971, the tool started to be studied so that it could be part of the diagnosis of tumors. The combination of digital rectal examination and serum measurement of prostate specific antigen (PSA) has been used in the screening of prostate cancer, and prostate biopsy by means of transrectal ultrasonography (US), establishing itself as a necessary and sufficient method for histological confirmation. It is extremely important to remember that there may be undifferentiated tumors and, in therefore, more aggressive, with PSA values within the range considered normal and, in most cases, they can be detected by digital rectal examination, but there are patients who do not feel comfortable undergoing the exam. In such a way. Then opting for the imaging diagnosis. MRI becomes a good option for patients diagnosed with PSA discarding digital rectal examination. Even though PSA is considered one or even the most specific biological marker in medicine, it is an excellent organ marker, but not the specific pathology. An image exam is necessary to have a complete diagnosis. This work aims to present the advantages of nuclear magnetic resonance (NMR) in the diagnosis, early or long term, of prostate cancer. An integrative bibliographic review is being carried out in the SciELO and PubMed databases, 12 articles were then chosen for the study and their discussions and results were presented.

**Keywords:** Nuclear magnetic resonance; prostate cancer; diagnostic imaging.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação dos prótons. ....	14
Figura 2 – Representação do sinal de indução livre.....	15
Figura 3 – Diferença entre T1 e T2.....	15
Figura 4 – Aspecto típico do câncer de próstata em imagens pesadas em T2. ....	18
Figura 5 – Fluxograma de estratégia de realização de metodologia.....	21

## LISTA DE SIGLAS

CaP – Câncer de Próstata

DeCS – Descritores em Ciências da Saúde

EAU – Associação Europeia de Urologia

ERM – Espectroscopia por Ressonância Magnética

Gd – Gadolínio

IRM – Imagem de Ressonância Magnética

NCCN – *National Comprehensive Cancer Network*

PSA – Antígeno Prostático Específico

RMN – Ressonância Magnética Nuclear

SIL – Sinal de Indução Livre

TC – Tomografia Computadorizada

US – Ultrassonografia

USTR – Ultrassonografia Transretal

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1. RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN).....	13
2.2. CÂNCER.....	17
2.3. CÂNCER DE PRÓSTATA .....	18
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
3.1. TIPO DE PESQUISA.....	20
3.2. LOCAL DE PESQUISA.....	20
<b>4. DISCUSSÃO E RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em 1946 os cientistas Felix Bloch e Edward Purcell descobriram a Ressonância Magnética. Em 1971, Raymond Damadian motivou cientistas a estudarem a RM como método de diagnóstico de tumores malignos ou benignos. Segundo Dr. Sandro Fenelon (2010), nos anos de 1970 e 1980 houve uma grande evolução na área da radiologia. Com os avanços da física e tecnologia, diagnósticos por imagem passaram a ser confiáveis. Dentre esses exames estão: Ultrassonografia(US), tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM).

Pesquisas na literatura mostram que a ressonância magnética tem mais efetividade no diagnóstico diferencial entre as lesões benignas e malignas, pois mostram com mais detalhes o tamanho e características morfológicas do tumor, além da relação tumoral com estruturas anatômicas adjacentes. (NASCIMENTO; PITTA; RÊGO, 2015).

Há mais de 30 anos a combinação de toque retal e dosagem sérica do antígeno prostático específico (PSA) vem sendo utilizada no rastreamento do câncer prostático, e a biópsia prostática por meio de ultrassonografia (US) transretal estabeleceu-se como método necessário e suficiente para confirmação histológica. (BARONI, 2009).

É importante lembrar que podem existir tumores, nomeadamente mais indiferenciados e, portanto, mais agressivos, a apresentar-se com valores de PSA dentro da margem considerada normal podendo, na grande maioria dos casos, ser facilmente detectados pelo toque retal. (REIS et al., 2006)

O câncer de próstata é a neoplasia mais frequente em homens da terceira idade. A ressonância torna-se uma boa opção para pacientes que após serem diagnosticados pelo antígeno prostático específico (PSA), não optam pelo toque retal. Com a ressonância magnética é obtido imagens com ótima resolução e delimitando as medidas do adenocarcinoma prostático. Têm-se como problemática: A Ressonância é realmente útil no diagnóstico do câncer de próstata?

Em termos práticos, um valor alterado do PSA apenas pode ser considerado como altamente suspeito de patologia prostática. Isto é, embora o PSA seja justamente considerado como um ou mesmo o marcador biológico mais específico da Medicina, ele é um excelente marcador de órgão, mas não da patologia específica do órgão. (REIS et al., 2006).

A própria biópsia prostática por si já é um procedimento invasivo e com índice de complicações importantes. Mesmo apresentando provas de coagulação normais, o sangramento é a principal complicação da biópsia prostática. (DORNAS *et al.*, 2008).

Sendo assim é necessário um exame de imagem para se ter um diagnóstico completo caso o paciente não opte pelo toque retal, seja por motivos de desconforto ou até mesmo um tabu que não foi quebrado. O exame que mais se destaca pela confiabilidade e qualidade é a ressonância magnética.

A maior parte dos tumores malignos mostram impregnação relacionada a sua maior vascularização e permeabilidade aumentada, facilitando a impregnação do meio de contraste GdDTPA (gadolínio) no interior da mesma. Além desse mecanismo, os sinais mais relevantes do carcinoma são a impregnação precoce nos primeiro e terceiro minutos após a injeção endovenosa do gadolínio. (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

A hipótese apresentada neste trabalho baseia-se em: A Ressonância é útil como ferramenta no diagnóstico do câncer de próstata. E seu objetivo geral é apresentar as vantagens da ressonância magnética nuclear (RMN) no diagnóstico, precoce ou a longo prazo, do câncer de próstata. Juntamente com seus objetivos específicos: descrever o exame de RMN; observar se há diferença na conclusão do diagnóstico comparado aos demais exames de imagem e comparar a qualidade da imagem de RM com os demais exames por imagem.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN)

Os primeiros estudos em ressonância magnética nuclear (RMN) foram realizados em 1946 por dois grupos independentes: Purcell em Harvard, que estudava os sólidos e Bloch em Stanford, que estudava os líquidos (BLOCH *et al.*, 1946; PURCELL *et al.*, 1946).

Em 1972, Lauterbour, da Universidade de Illinois, obteve as primeiras imagens com a RM, as quais foram publicadas na Revista Nature (LAUTERBUR, 1973). Partes do corpo passaram a ser utilizadas no procedimento a partir do ano de 2003. E assim, Paul Lauterbour e Peter Mansfield ganharam o prêmio nobel de medicina.

Define-se RMN como a propriedade física de núcleos de elementos específicos que, ao serem submetidos a um campo magnético forte e serem excitados por ondas de rádio em uma faixa denominada “Frequência de Larmor”, emitem rádio sinal que podem, posteriormente, serem captados por um receptor e transformados em imagens (BLOCH *et al.*, 1946; PURCELL *et al.*, 1946; PYKETT *et al.*, 1982; VILLAFANA, 1988).

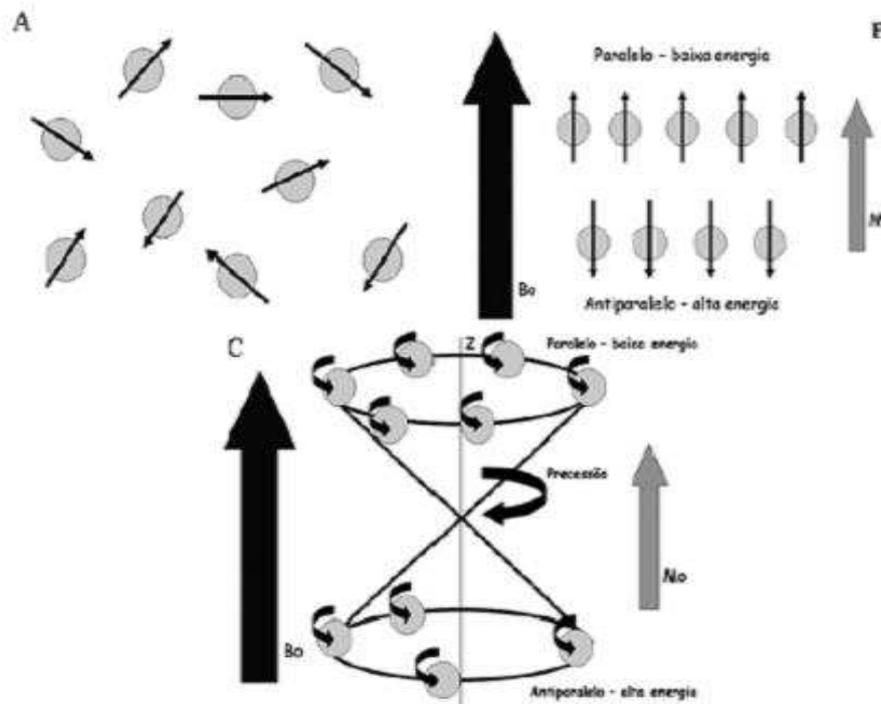
O núcleo do hidrogênio consiste em um único próton, portanto possui *spin* e momento magnético. Como tal é o mais apropriado para obtenção de imagens por RM devido a sua abundância no corpo e à capacidade de produzir o maior rádio sinal de todos os núcleos estáveis (SMITH e RANALLO, 1989).

A ressonância magnética (RM) é um dos exames mais versáteis para o diagnóstico de doenças e pesquisas no ramo científico. Na ressonância magnética, observa-se um sinal produzido pelo momento magnético do próton. Esse sinal é uma corrente elétrica induzida em uma bobina receptora pelo momento magnético. O momento magnético de um único próton é, entretanto, muito pequeno para induzir uma corrente detectável em uma bobina: portanto, os prótons devem ser alinhados para produzirem um momento magnético grande e detectável no corpo (SLICHTER, 1989; SMITH & RANALLO, 1989).

Segundo Hage e Iwasaki (2009), geralmente, os prótons do corpo humano possui sentidos aleatórios. Assim, não há momento magnético, pois seus vetores acabam se anulando. Mas, quando colocados em um campo  $B_0$ , os spins irão se alinhar na direção do mesmo, podendo ser no sentido do vetor ou no sentido contrário.

Sendo assim cria-se um desequilíbrio entre estado de maior e menor energia. Esse desequilíbrio cria uma magnetização resultante de equilíbrio no tecido (Figura 1).

Figura 1 – Representação dos prótons

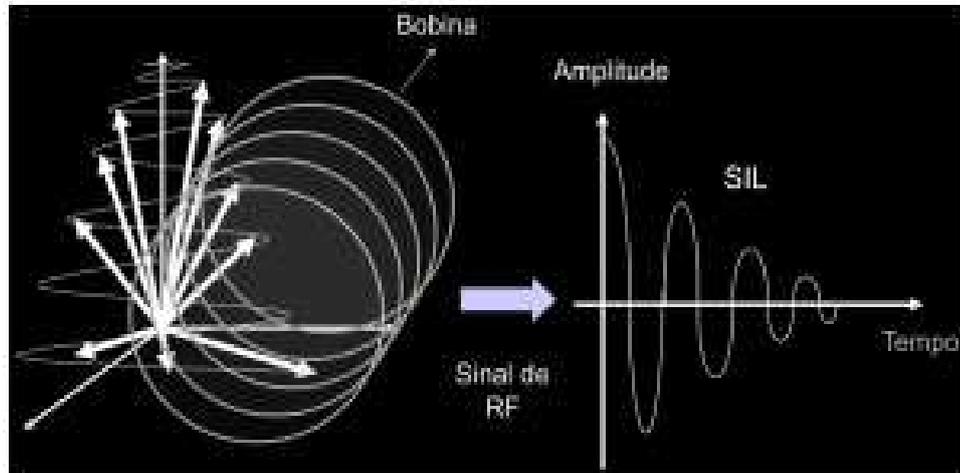


Fonte: Hage e Isawaki (2009)

Para reorientar o vetor magnetização, um segundo campo magnético de curta duração (pulso) tem que ser aplicado. Este campo  $B_1$  (pulso de radiofrequência, ou RF) deve ser perpendicular a  $B_0$  e deve estar em fase com a frequência de precessão (MAZZOLA, 2009).

De acordo com Mazzola (2009), a relaxação dos spins que gera o Sinal de Indução Livre (SIL) é causada pelas trocas de energia entre spins e entre spins e sua vizinhança (rede). Estas interações são chamadas de relaxação spin-spin e spin-rede e juntas fazem com que o vetor  $M$  retorne ao seu estado de equilíbrio (paralelo a  $B_0$ ), conforme mostrado na figura 2.

Figura 2 – Representação do sinal de indução livre



Fonte: Mazzola (2009)

O processo por meio do qual o núcleo excitado retorna ao equilíbrio devido à liberação de energia para o ambiente é conhecido como relaxação. Ela ocorre por meio da relaxação *spin-lattice* e da relaxação *spin-spin*, as quais são definidas por duas constantes exponenciais de tempo T1 e T2 respectivamente (THOMSON et al., 1993). Na figura abaixo (Figura 3) observa-se imagens obtidas em T1 (A) e T2 (B).

Figura 3 – Diferença entre T1 e T2



Fonte: Hage e Isawaki (2009)

De uma forma resumida, a aquisição de imagens por RM é constituída das seguintes etapas: o paciente é colocado no interior do magneto do equipamento; os

núcleos atômicos do paciente se alinham ao longo do campo magnético aplicado, gerando um vetor de magnetização; gradientes de campo magnético sequenciais são aplicados para a localização espacial dos sinais a serem adquiridos; os pulsos de excitação são aplicados e os núcleos absorvem energia; após os pulsos, passam a ocorrer os fenômenos de relaxação; os núcleos passam a induzir o sinal de RM nas bobinas receptoras; o sinal de RM é adquirido; o sinal de RM é processado por meio da transformada de Fourier; a imagem é formada ponto a ponto numa matriz (MAGALHÃES, 1999).

Há também alguns aspectos negativos em relação ao uso da RMN na área médica: para produzir imagens de boa qualidade, é necessário que o paciente fique imóvel durante a realização do exame, o que muitas vezes não é tão simples, pois os exames costumam durar muitos minutos; pessoas com marca-passo ou que tenham algum tipo de aparato metálico no corpo provavelmente não poderão fazer esse tipo de exame devido ao campo magnético gerado pela máquina - embora cada caso costume ser analisado individualmente. Uma outra limitação são pacientes claustrofóbicos, que podem ter problemas se necessitarem realizar o exame, pois embora modelos mais confortáveis estejam sendo desenvolvidos, as máquinas, em geral, ainda são bastante apertadas (SILVA, 2013).

Para que os exames de RMN possuam uma imagem de qualidade superior a outros exames de imagem, o meio de contraste utilizado deve ser o mais adequado. Os meios de contraste à base de gadolínio são cada vez mais usados em estudos de ressonância magnética. Eles são capazes de melhorar o contraste das imagens e fornecer informações sobre a função e o metabolismo, aumentando a sensibilidade e a especificidade diagnóstica (MUÑOZ *et al.*, 2014).

Na natureza, o Gd é encontrado como uma terra rara, elemento químico de difícil extração da rocha que o contém, e apresenta-se como um cristal branco prateado. Em temperatura ambiente, é um dos poucos metais que apresenta propriedades ferromagnéticas. O Gd tem aplicações em fornos de microondas, aparelhos de televisão e outros componentes eletrônicos. Em medicina, o Gd é utilizado apenas na forma de soluções compostas para realce em exames de imagem (JUNIOR *et al.*, 2008).

Assim como as moléculas de gadolínio, os átomos de hidrogênio apresentam propriedades paramagnéticas, alinhando-se ao campo magnético aplicado. Observa-

se que em tecidos patológicos o átomo de hidrogênio se comporta de forma distinta em relação ao tecido saudável, sendo possível diagnosticar patologias como o câncer (MUÑOZ *et al.*, 2014).

## 2.2 CÂNCER

A palavra neoplasia – nome científico do câncer ou tumor maligno – significa ‘novo crescimento’. A diferença mais significativa entre uma célula normal e uma neoplásica é que o crescimento ou proliferação dessa última persiste mesmo na ausência de fatores de crescimento. No entanto, para que as células se tornem malignas não basta que elas se multipliquem em excesso. Elas precisam ignorar as restrições de crescimento impostas pelas diferentes partes do organismo, em especial por células vizinhas normais. (BELIZÁRIO, 2002)

Uma característica marcante das células neoplásicas é a presença de núcleos com formatos aberrantes e irregulares. Além disso, na análise do conjunto de cromossomos (cariótipo) de células neoplásicas, são comuns as translocações, quebras e cópias extras de braços de cromossomos. Hoje são grandes as evidências de que a origem de células-filhas com número de cromossomos inferior ou superior ao da célula-mãe (isto é, célula com aneuploidia) deve-se a uma mitose irregular. (BELIZÁRIO, 2002)

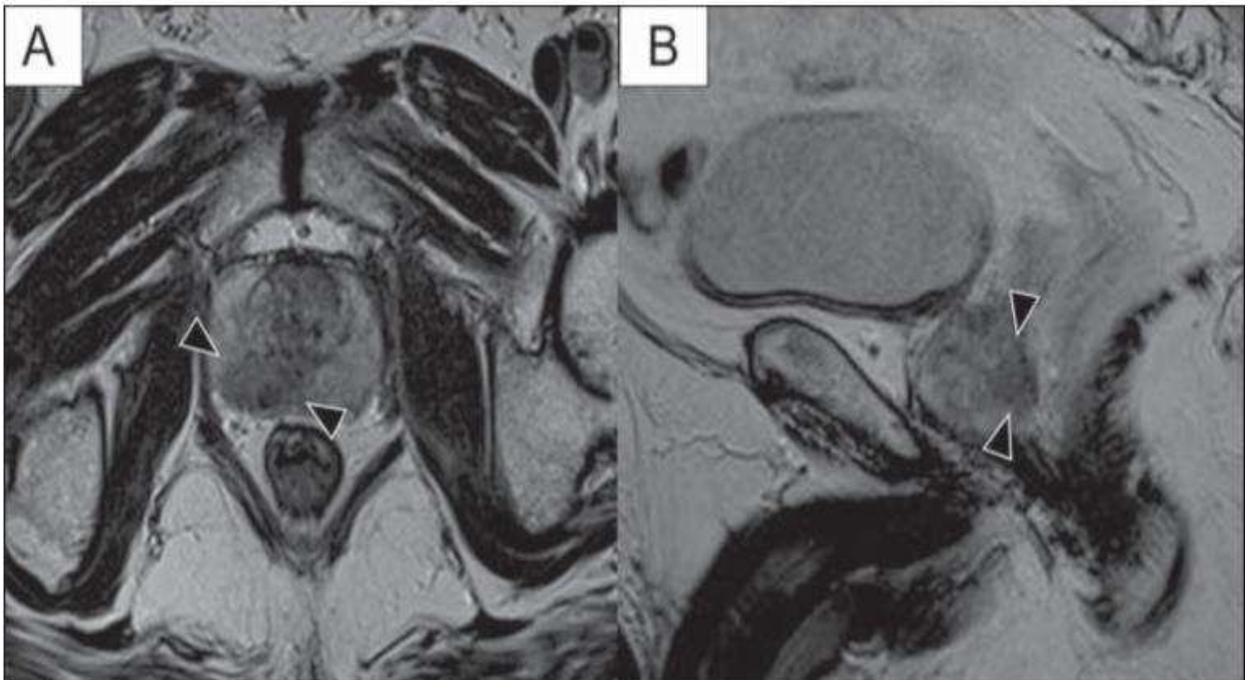
Assim, o câncer era usado até mesmo como metáfora para descrever situações de destruição ou desintegração moral, como “os políticos são o câncer do nosso país”, o que faz permear a preservação e expansão do preconceito sobre a doença. Essa realidade tem mudado desde o fim do século XIX em que a oncologia tem experiência dos avanços relevantes, uma vez que é notável o aperfeiçoamento da medicina, bem como das ciências tecnológicas que abrangem métodos e formas de tratamento eficazes para as possibilidades de cura. (VEIT; CARVALHO, 2008)

O grande desenvolvimento de modernos métodos de diagnóstico por imagem nas últimas décadas trouxe implicações importantes na abordagem dos tumores renais. Além de aumentar a detecção precoce destes tumores, por vezes descobertos incidentalmente, aumentou também a detecção de massas benignas antes não identificadas, com consequências diretas na conduta terapêutica. Estas últimas devido às dificuldades na diferenciação de pequenas lesões sólidas benignas das malignas. (RIBEIRO; AJZEN; TRINDADE, 2004).

### 2.3 CÂNCER DE PRÓSTATA

Entre as demais técnicas radiológicas, a ressonância magnética (RM) é a ferramenta diagnóstica mais útil para avaliação dos estádios do tumor, principalmente quando se a utiliza com a bobina endorretal. A imagem por RM possui sensibilidade significativamente maior (51-89%) na detecção do tumor quando comparada com a ultrassonografia transretal (USTR) (27-86%). Mas, da mesma forma, ambas têm baixa especificidade (58-94%) (YU e HRICAK, 2000).

Figura 4 – Aspecto típico do câncer de próstata em imagens pesadas em T2



Fonte: Bittencourt *et al.*, (2014)

Segundo Melo *et al.*, (2009), a espectroscopia por ressonância magnética (ERM) é como uma luz nos futuros diagnósticos, surgindo recentemente. Ela é capaz de, a partir das informações anatômicas provenientes das imagens de RM, demonstrar os indicadores metabólicos detectados na glândula prostática, aprimorando a acurácia na provável localização do tumor. O Brasil possui poucos serviços de ressonância magnética com condições de ser realizado o exame da próstata com espectroscopia. Não sendo acessível à grande maioria dos brasileiros, pois não é coberto pelos planos de saúde.

De acordo com Baroni, (2009), três técnicas são utilizadas em conjunto ou separadamente. Sendo elas: espectroscopia, perfusão e difusão. A espectroscopia é baseada na identificação de locais suspeitos. Analisando a concentração de metabólitos endógenos que se fazem presentes nos tecidos pertencentes à próstata, sejam eles sadios ou neoplásicos. A perfusão tenta detectar áreas através da diferença hemodinâmica causada pelo processo pós-gadolinéico. E a difusão, utilizada para identificar áreas com grande número de tecido neoplásico.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Foi desenvolvido seguindo um estudo exploratório, através de uma revisão bibliográfica integrativa, produzida a partir de artigos científicos. O objetivo principal é, mostrar a importância da ressonância magnética no diagnóstico do câncer de próstata.

A busca foi realizada no idioma português e inglês. Foram utilizadas as palavras-chave: Ressonância magnética nuclear, câncer de próstata e diagnóstico por imagem.

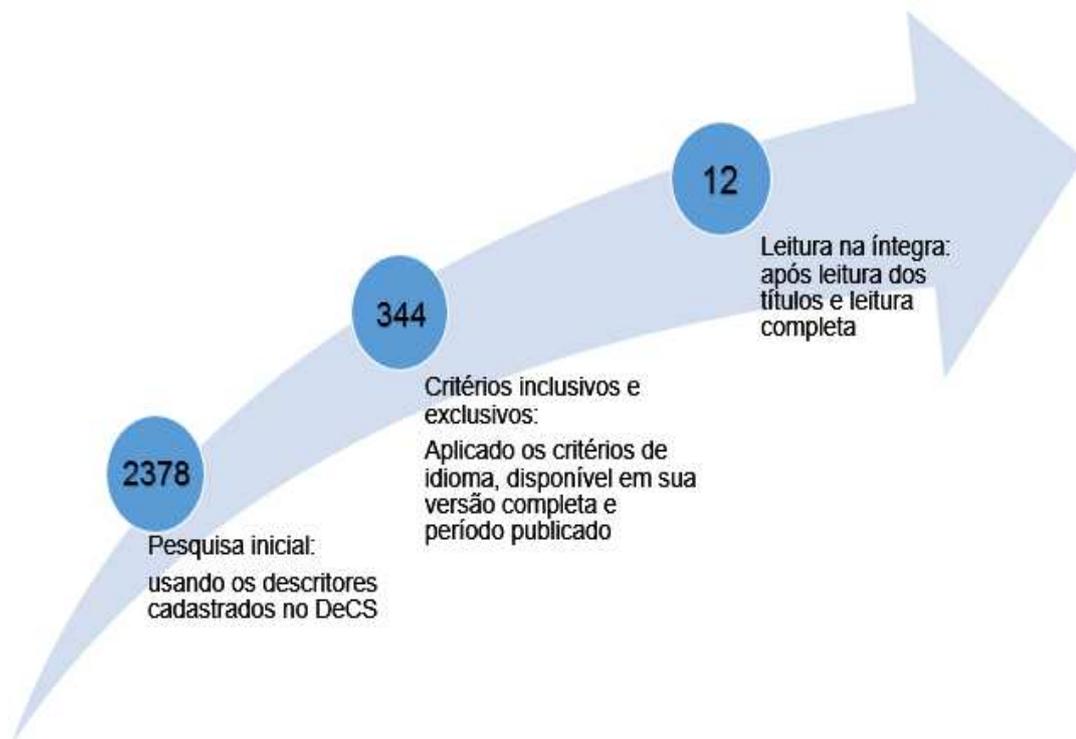
#### **3.2 LOCAL DA PESQUISA**

Este estudo foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica que foi realizada nas bases de dados: SciELO e PubMed. Foi levado em consideração os artigos e documentos eletrônicos disponíveis nas bases de dados pesquisadas, a partir do uso dos descritores: Ressonância Magnética e Neoplasias da Próstata.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os descritores cadastrados no DeCS, foi feita uma varredura nas bases de dados pré-estabelecidas (SciELO e PubMed) resultando em 2378 artigos científicos. Aplicando os critérios de inclusão e exclusão foram selecionadas 344 publicações das quais após a leitura do título, por não ter como foco o tema em si, foram descartadas 164. Após usar como critério a data de publicação em até 20 anos, foram rejeitadas 98 publicações e também foram excluídas 84 por não estarem no idioma estabelecido nos critérios. Por fim, foram incluídos 12 artigos nos resultados e discussão desta revisão integrativa.

Figura 5 – Fluxograma de estratégia de realização de metodologia



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

A seguir, será mostrado um quadro demonstrando o resultados obtidos a partir dos artigos selecionados na pesquisa do trabalho.

Quadro 1 – Quadro-síntese dos artigos inclusos na pesquisa com respectivos autores, ano publicado, títulos, objetivo e conclusão.

Autor	Título	Objetivo	Conclusões
JÚNIOR; YAMASHITA, 2001.	Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética	Esclarecer aspectos metodológicos básicos em neuroimagem estrutural e funcional em tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM).	A avaliação estrutural de transtornos psiquiátricos tem se beneficiado do avanço tecnológico. O grande volume de pesquisa em neuroimagem torna mais próxima a aplicação clínica desses achados.
BARONI, <i>et al.</i> , 2009.	Ressonância magnética e câncer de próstata: uma breve história no tempo	Descrever como a RMN passou a ser usada como uma ferramenta no diagnóstico do câncer de próstata ao decorrer dos anos.	A RM tem importante papel no estudo da próstata, principalmente na detecção e estadiamento tumorais, podendo acrescentar informações de grande valia no planejamento terapêutico do câncer da próstata.

DE VISSCHERE, 2018.	Melhorando o diagnóstico de câncer de próstata clinicamente significativo com imagens de ressonância magnética	Descrever a precisão da ressonância magnética da próstata no diagnóstico de PC clinicamente significativo em pacientes com antígeno específico da próstata (PSA) elevado	Um protocolo de varredura curto consistindo apenas de T2-WI e DWI parece oferecer informações e precisão suficientes para a maioria das indicações diagnósticas.
SARRIS <i>et al.</i> , 2018.	Câncer de Próstata: uma breve revisão atualizada	Realizar uma breve revisão bibliográfica atualizada sobre o câncer de próstata.	O diagnóstico definitivo só pode ser feito a partir da análise da biópsia e o tratamento deve ser guiado a partir desse resultado.
DAMIÃO <i>et al.</i> , 2015.	Câncer de próstata	Descrever a neoplasia prostática sua classificação e estadiamento.	O único fator de risco bem estabelecido para o desenvolvimento do câncer de próstata é a idade. Aproximadamente 62% dos casos diagnosticados ocorrem em homens com 65 anos ou mais.

PRIETO <i>et al.</i> , 2007	Biópsia de próstata guiada por espectroscopia de ressonância magnética	Descrever a espectroscopia de ressonância magnética	Consideramos que este sistema reduz significativamente os riscos de não biópsia de pequenas áreas devido a dificuldades técnicas de correlação de imagens durante a punção transretal.
BAGHDANIAN, 2019.	Diferenças no valor preditivo negativo da ressonância magnética da próstata baseada em homens com câncer suspeito ou conhecido	Comparar o valor preditivo negativo (VPN) da RM multiparamétrica da próstata para o diagnóstico de tumores escore de Gleason (EG) $\geq$ 3+4 e avaliar os preditores desses tumores em homens com suspeita de doença e nos sob vigilância ativa (VA).	Em conclusão, o VPN de mpMRI para GS $\geq$ 3 + 4 é significativamente maior em homens com suspeita de câncer de próstata do que em homens com EA.
MELO <i>et al.</i> , 2009.	Espectroscopia por ressonância magnética no diagnóstico do câncer de	Demonstrar a experiência na implantação de um protocolo de espectroscopia por	A implantação e padronização da espectroscopia por ressonância magnética

	próstata: experiência inicial	ressonância magnética do 1H tridimensional (3D 1H MRSI), disponível comercialmente, aplicando-o em pacientes com suspeita de neoplasia prostática e com diagnóstico estabelecido de tumor prostático.	permitiram a obtenção de informações importantes para o diagnóstico presuntivo da existência de câncer de próstata, combinando as imagens por ressonância magnética com os dados metabólicos da espectroscopia por ressonância magnética.
BITTENCOURT <i>et al.</i> , 2014.	Imagem de ressonância magnética multiparamétrica da próstata: conceitos atuais	Descrever o avanço da Ressonância Magnética Multiparamétrica no diagnóstico do câncer de próstata.	A ressonância magnética multiparamétrica da próstata é hoje uma realidade na prática clínica, com dados sólidos e bem estabelecidos quanto à detecção e estadiamento do tumor.
LÓPEZ <i>et al.</i> , 2017.	Atualização sobre câncer de próstata	O estudo tem finalidade descrever a neoplasia e o	É imprescindível que os profissionais de saúde conheçam

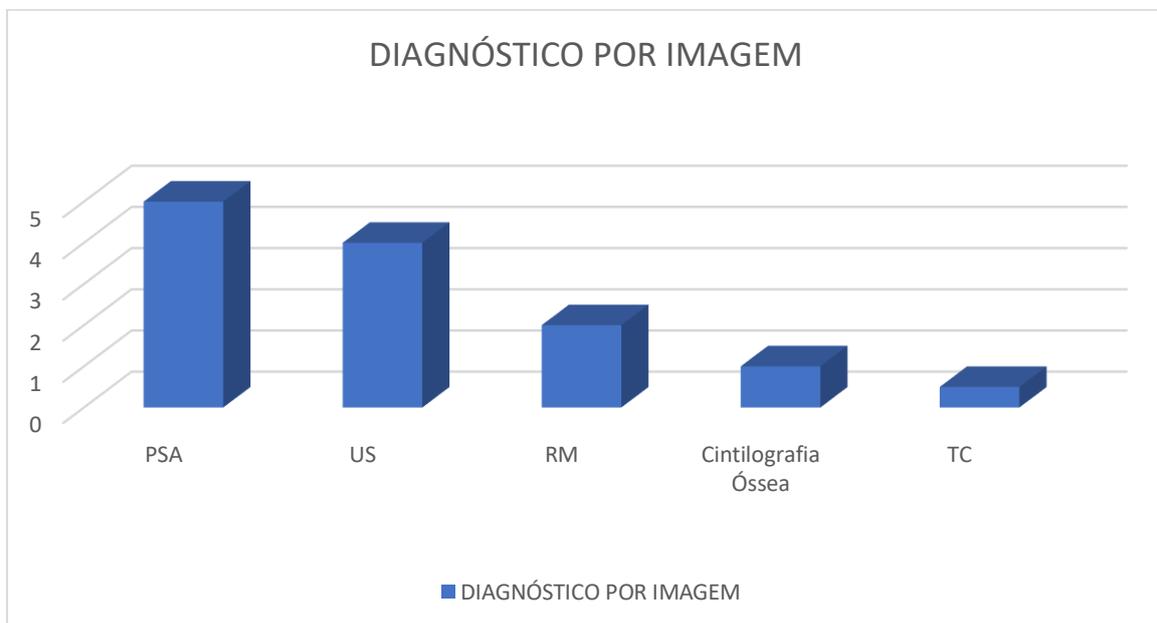
		comportamento clínico.	os principais avanços na temática, a fim de contribuir para o diagnóstico oportuno desta doença que contribuirá, portanto, para a aplicação de melhores tratamentos, para aumentar as chances de cura e melhores prognósticos.
NUNES; SILVEIRA, 2017.	RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR: A Física Envolvida no Diagnóstico por Imagens	Descrever a formação de imagem por ressonância magnética (MRI)	Conclui-se que, a ressonância magnética é a técnica de diagnóstico por imagens mais precisa nas mais distintas áreas da patologia clínica.
CARRIÇO, 2018.	Ressonância Magnética Multiparamétrica: dwi vs dce na deteção do carcinoma da próstata	Avaliar a Ressonância Magnética Multiparamétrica (RMM) como o método de imagem mais eficaz para detetar	É visível a importância do estudo por difusão, uma vez que transmite informações sobre a localização e

		Carcinoma da Próstata.	agressividade tumoral.
--	--	------------------------	------------------------

Fonte: Autoria própria, 2021.

As imagens de RM têm maior capacidade de demonstrar diferentes estruturas no cérebro e têm facilidade em demonstrar mínimas alterações na maioria das doenças. As alterações morfológicas são mais facilmente avaliadas do que na TC, bem como há maior sensibilidade para doenças desmielinizantes e processos infiltrativos. É também possível avaliar estruturas como hipocampus, núcleos da base e cerebelo (o qual é de difícil avaliação na TC) - em alguns casos necessárias para pesquisa de transtornos mentais (JÚNIOR; YAMASHITA, 2001).

Figura 6 – Gráfico representando os exames de imagens realizados para o diagnóstico do câncer de próstata.



Fonte: Autoria própria, 2021.

O adenocarcinoma prostático é o segundo tumor em incidência e mortalidade dentre as neoplasias malignas masculinas. Para adequada programação terapêutica é importante a distinção entre tumores confinados à próstata e aqueles com extensão extraprostática. (BARONI et al., 2009)

Segundo Trabulsi *et al.*, (2012), citado por Sarris *et al.*, (2018, p. 143) “O ultrassom via abdominal é o exame mais utilizado como primeira escolha para avaliação prostática. O ultrassom transretal, apesar de fornecer informações mais precisas, acaba sendo realizado apenas quando há necessidade de biópsias. Entretanto, novos estudos têm indicado que a ressonância magnética possui melhores resultados do que os exames ultrassonográficos, ainda que seja pouco utilizada devido ao seu alto custo e baixa disponibilidade.”

A ultrassonografia transretal (USTR) pode auxiliar no diagnóstico de tumores não palpáveis e é o método de escolha para biópsia de áreas intraprostáticas suspeitas. Mas, como o exame retal digital e o PSA, a ultrassonografia transretal também tem suas limitações em termos de baixo valor preditivo positivo e especificidade (LÓPEZ *et al.*, 2017).

Há alguns anos, a Ressonância Nuclear Magnética (RMN) vem sendo utilizada principalmente após a biópsia da próstata para auxiliar o urologista sobre a extensão da doença antes da cirurgia ou para orientação em relação ao delineamento para realização de radioterapia. Atualmente, a EAU (Associação Europeia de Urologia) e a NCCN (National Comprehensive Cancer Network) recomendam o exame antes de realizar a biópsia, diante da suspeita de câncer de próstata, sobretudo com biópsias prévias negativas. Entretanto, o exame pode ser útil também em determinadas situações como: na pré-biópsia, em que há a capacidade do método em detectar o câncer de alto grau e grande volume, diferenciando-o de um indolente, como também descartar a presença de neoplasia no órgão. Possuindo, então, grande importância clínica, pois é capaz de auxiliar sobre a necessidade de realizar a biópsia o mais breve possível, ou não – poupando o paciente de um procedimento invasivo. (DE VISSCHERE, 2018).

A ressonância magnética é uma modalidade de imagem que não envolve radiação ionizante, e fornece imagens de alta resolução com excelente contraste de tecidos moles. Nos pacientes de alto risco, principalmente na suspeita de doença localmente avançada, a ressonância magnética da próstata pode fornecer informações importantes sobre a extensão da doença (DAMIÃO *et al.*, 2015).

A espectroscopia de ressonância magnética parece abrir uma janela de diagnóstico avaliando as alterações metabólicas prostáticas. A realização de biópsia prostática perineal com estabilizador e gabarito permite a biópsia seletiva dos voxels

suspeitos após estudo espectroscópico, simulando o cubo de Rubick (PRIETO *et al.*, 2007).

O meio de contraste empregado é baseado em quelatos de gadolínio que apresentam melhor perfil imunoalergênico do que o meio iodado. No entanto, devido ao risco de fibrose sistêmica nefrogênica, deve-se ter cuidado com o uso de agentes à base de gadolínio em pacientes com função renal comprometida (isto é, depuração da creatinina  $<30 \text{ ml / min / } 1,73 \text{ m}^2$ ) (BITTENCOURT *et al.*, 2014).

Recentemente, a ressonância magnética multiparamétrica (mpMRI) tornou-se a modalidade de imagem de escolha para a avaliação de homens com câncer de próstata conhecido ou suspeito. Em particular, tem sido utilizado para identificar regiões dentro da glândula com maior probabilidade de abrigar doença de grau intermediário a alto, biópsias diretas e, portanto, gerenciamento de impacto (BAGHDANIAN, 2019).

Um significativo avanço tem sido observado na técnica de ressonância magnética nuclear nos últimos anos, principalmente no que se refere às melhorias tecnológicas aplicadas aos equipamentos espectroscópicos. Esse avanço fez com que a formação de imagens por ressonância magnética (MRI) torna-se a técnica de diagnóstico por imagens mais precisa nas mais distintas áreas da patologia clínica (NUNES; SILVEIRA, 2017).

Recentemente, surgiu a espectroscopia por ressonância magnética (ERM) como nova esperança diagnóstica. Ela é capaz de, a partir das informações anatômicas provenientes das imagens de RM, demonstrar os indicadores metabólicos detectados na glândula prostática, aprimorando a acurácia na provável localização do tumor (MELO *et al.*, 2009).

O diagnóstico definitivo de CaP (Câncer de Próstata) é estabelecido por análise histopatológica de tecido prostático obtido através da biópsia. O sistema de classificação de Gleason é o principal método para descrever as características patológicas do CaP e que permite mensurar a agressividade do Carcinoma. Avanços na RMN prostática, incluindo a imagem por difusão demonstrou ser também uma importante ferramenta no diagnóstico do CaP, onde o recurso ao mapa de ADC oferece informações quantitativas sobre as características do tumor que indiretamente predizem a agressividade deste (CARRIÇO, 2018).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a elaboração deste estudo de revisão integrativa, foi possível tomar conhecimento da eficácia da Ressonância Magnética no diagnóstico do câncer de próstata comparado aos demais exames de imagem. Podendo assim, concluir que, a Ressonância oferece um diagnóstico completo, sem exposição à radiação e sem procedimentos invasivos.

O câncer de próstata é o tumor maligno mais recorrente no sexo masculino, sendo a idade seu principal fator de risco, como já mostrado neste estudo. Ou seja, é um câncer raro de ser encontrado em homens abaixo de 40 anos. Assim, é recomendado realizar o PSA a partir desta de idade.

A Ressonância Magnética é um exame de alto custo, logo, não é acessível para a maioria da população. Então, torna-se uma opção de diagnóstico praticamente inacessível para pacientes de baixa renda. Já para os que não fazem parte deste grupo, e que não optam por procedimentos invasivos após o valor alterado do PSA. Sendo utilizada também como uma ferramenta de monitoramento dos estágios do tumor.

A ferramenta aliada à técnicas desenvolvidas para se obter um resultado fidedigno, está em processo de avanço a cada dia, pois com o avanço da tecnologia, será cada vez mais fácil e confiável de se obter um diagnóstico.

## REFERÊNCIAS

AMARO JÚNIOR, Edson; YAMASHITA, Helio. Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 2-3, maio 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-44462001000500002>.

BAGHDANIAN, Armonde A. *et al.* **Diferenças no valor preditivo negativo da ressonância magnética de próstata com base em homens com câncer suspeito ou conhecido**. SciELO. São Paulo, 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842019000500281&lang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842019000500281&lang=pt). Acesso em: 1 mar. 2021.

BATHISTA, André Luis Bonfim. **Princípios básicos de ressonância magnética nuclear do estado sólido**. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos–Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.precog.com.br/bc-texto/obras/ea000010.pdf>.

BARONI, Ronaldo Hueb. Ressonância magnética e câncer de próstata: uma breve história no tempo. **Radiologia Brasileira**, v. 42, n. 1, p. V-VII, 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-39842009000100001&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-39842009000100001&script=sci_arttext).

BELIZÁRIO, José Ernesto. “O próximo desafio, reverter o câncer.” **Ciência Hoje**, v.31, n. 184, 2002. Disponível em: <http://www.biologia.bio.br/curso/cancer1.pdf>.

BITTENCOURT, Leonardo Kayat; HAUSMANN, Daniel; SABANEEFF, Natalia; GASPARETTO, Emerson Leandro; BARENTSZ, Jelle O. Multiparametric magnetic resonance imaging of the prostate: current concepts. **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 47, n. 5, p. 292-300, out. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2013.1863>.

BLOCH, F. et al. The nuclear induction experiment. *Physical Review*, New York, v.70, n.7-8, p.474-485, 1946. Disponível em: [http://prola.aps.org/abstract/PR/v70/i7-8/p474\\_1](http://prola.aps.org/abstract/PR/v70/i7-8/p474_1). Doi: 10.1103/PhysRev.70.474.

BRADBURY, Andrew R. **Cancer**. Berlin, Springer, 2007.

BUSHONG, Stewart C., **Magnetic Resonance Imaging: Physical and Biological Principles**. 3rd Edition, Mosby, 2003.

CARRIÇO, Ana Filipa Lapa. **Ressonância Magnética Multiparamétrica: dwi vs dce na detecção do carcinoma da próstata**. Dissertação (Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde). Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Lisboa. 2018.

COSTA, Flávia Martins et al. **Espectroscopia de prótons e perfusão por ressonância magnética na avaliação dos tumores do sistema musculoesquelético**. *Radiol Bras* [online]. 2009, vol.42, n.4, pp.215-223. ISSN 1678-7099. <https://doi.org/10.1590/S0100-39842009000400006>.

DAMIÃO, Ronaldo et al. **Câncer de próstata**. *Revista HUPE*, Rio de Janeiro, 2015;14(Supl. 1):80-86, 2015.

DE VISSCHERE, Pieter. Improving the Diagnosis of Clinically Significant Prostate Cancer with Magnetic Resonance Imaging. **Journal of the Belgian Society of Radiology**. 2018; 102(1): 22, pp. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.5334/jbsr.1438>

DORNAS, Maria C. et al. **Câncer de próstata**. *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*, v.7, n.1, 2008. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/9286/7192>.

ELIAS JUNIOR, Jorge; SANTOS, Antonio Carlos dos; KOENIGKAM-SANTOS, Marcel; NOGUEIRA-BARBOSA, Marcello Henrique; MUGLIA, Valdair Francisco. Complicações do uso intravenoso de agentes de contraste à base de gadolínio para ressonância magnética. **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 263-267, ago. 2008.

e Melo, H. J. D. F., Szejnfeld, D., Paiva, C. S., Abdala, N., de Arruda, H. O., Goldman, S. M., & Szejnfeld, J. (2009). Espectroscopia por ressonância magnética no diagnóstico do câncer de próstata: experiência inicial. **Radiologia Brasileira**, 42(1), 1-6. Disponível em: [http://www.rb.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=808&idioma=English](http://www.rb.org.br/detalhe_artigo.asp?id=808&idioma=English).

Harry VN, Semple SI, Parkin DE, et al. Use of new imaging techniques to predict tumour response to therapy. *Lancet Oncol.* 2010; 11:92–102. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470204509702311>.

IGLESIAS PRIETO, José Ignacio et al. Biópsia de próstata dirigida por espectroscopia. **Arch. Esp. Urol.**, V. 60, n. 2 P. 105-108, março de 2007. Disponível em [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06142007000200001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06142007000200001&lng=es&nrm=iso). acessado em 17 de abril. 2021.

LAUTERBUR, Paul Christian. Image formation by induced local interactions: examples employing nuclear magnetic resonance. **Nature**, v.242, n.16, p.190-191, 1973. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/journal/v242/n5394/abs/242190a0.html>. Doi: 10.1038/242190a0.

MAGALHÃES, Alvaro Cebrian de Almeida. **Ressonância magnética do sistema nervoso central**. São Paulo: Atheneu, 1999. p.1-26.

MAZZOLA, Alessandro A. **Ressonância Magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional**. Revista Brasileira de Física Médica. Porto Alegre, 2009 3(1): 117-129

MUÑOZ, S. Carrasco; BLANCO, C. Calles; MARCIN, Javier; ÁLVAREZ, C. Fernández; MARTÍNEZ, J. Lafuente. Contrastes basados en gadolinio utilizados en resonancia magnética. **Radiología**, [S.L.], v. 56, p. 21-28, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2014.06.005>.

NUNES, Thayná Caroline Lima; SILVEIRA, João Borges. Ressonância magnética nuclear: A Física Envolvida no Diagnóstico por Imagens. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 439-451, 2017.

PURCELL, Edward Mills; TORREY, H. C; POUND, R. V. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. *Phys. Rev.*, v.69, p.37-38, 1946.

PYKETT, I. L., NEWHOUSE, J. H., BUONANNO, F. S., BRADY, T. J., GOLDMAN, M. R., KISTLER, J. P., POHOST, G. M. Principles of nuclear magnetic resonance imaging. *Radiology*, v.143, p.157-168, 1982.

RIBEIRO, Sergio Marrone; AJZEN, Sergio Aron; TRINDADE, José Carlos Souza. Comparação dos métodos de imagem no diagnóstico dos tumores renais e calcificações nestas neoplasias. **Revista da Associação Médica Brasileira**, [S.L.], v. 50, n. 4, p. 403-412, dez. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-42302004000400031>.

Rosas, M. S. L.; Silva, B. N. M.; Pinto, R. G. M. P.; Silva, B. V.; Silva, R. A.; Guerra, L. R.; Soares G. C. M. T.; Castro, H. C; Lione, V. O. F., Incidência do Câncer no Brasil e o Potencial Uso dos Derivados de Isatinas na Cancerologia Experimental, 2013. Disponível em: <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/407/323>.

RUIZ LOPEZ, Ana Isabel et al. Actualización sobre cáncer de próstata. **ccm**, Holguín, v. 21, n. 3, p. 876-887, sept. 2017. Disponible en <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812017000300021&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812017000300021&lng=es&nrm=iso)>. accedido en 16 abr. 2021.

SARRIS, Andrey Biff et al. **Câncer de Próstata: uma breve revisão atualizada**. Visão Acadêmica, Curitiba, v.19 n.1, 2018.

SILVA, André Coelho da et al. Leitura sobre ressonância magnética nuclear em aulas de física do ensino médio. 2013.

SLICHTER, C.P. **Principles of magnetic resonance**: Springer series in solid states sciences. Berlin: Springer-Verlag Berlin, 1989. V.1. 666p.

SMITH, H.; RANALLO, F.N. **A non-mathematical approach to basic mri**. Wisconsin: Medical Physics, 1989. 203p.

THOMSON, C.E. et al. Magnetic resonance imaging - a general overview of principles and examples in veterinary neurodiagnosis. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v.34, n.1, p.2-17, 1993.

TRABULSI, E.J.; HALPERN, E.J.; GOMELLA, L.G. Ultrasonography and Biopsy of the Prostate. In: KAVOUSSI, L.R.; PARTIN, A.W.; NOVICK, A.; et al. Campbell-Walsh Urology. Filadélfia: Elsevier, 2012. 10ªed. P.2735-2747.

VEIT, M. T; CARVALHO, V. A. Psico-Oncologia: definições e área de atuação. In: CARVALHO Et al. Temas em Psico-Oncologia. São Paulo: Summus, 2008. p. 15- 19. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YWOLEiAUmlQC&oi=fnd&pg=PA15&dq=VEIT,+M.+T%3B+CARVALHO,+V.+A.+PsicoOncologia:+defini%C3%A7%C3%B5es+e+%C3%A1rea+de+atua%C3%A7%C3%A3o.+In:+CARVALHO+Et+al.+Temas+em+PsicoOncologia.+S%C3%A3o+Paulo:+Summus,+2008.+p.+15+19&ots=Iplk9USVAh&sig=CM\\_KCdovmk2\\_K1FxCJNa3zl2ewA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YWOLEiAUmlQC&oi=fnd&pg=PA15&dq=VEIT,+M.+T%3B+CARVALHO,+V.+A.+PsicoOncologia:+defini%C3%A7%C3%B5es+e+%C3%A1rea+de+atua%C3%A7%C3%A3o.+In:+CARVALHO+Et+al.+Temas+em+PsicoOncologia.+S%C3%A3o+Paulo:+Summus,+2008.+p.+15+19&ots=Iplk9USVAh&sig=CM_KCdovmk2_K1FxCJNa3zl2ewA#v=onepage&q&f=false).

VILLAFANA, T. Fundamental physics of magnetic resonance imaging. Radiol. Clin. North Am., v.26, p.701-715, 1988.

YU, K.K., HRICAK, H. Imaging prostate cancer. Radiol Clin North Am. 2000; 38:59-85.