



CENTRO UNIVERSITÁRIO – FAMINAS

CURSO DE BIOMEDICINA

RESSONANCIA MAGNETICA DE ENCEFALO: UMA REVISAO BIBLIOGRAFICA

LUCAS TRINDADE IGNACIO DA SILVA

Muriaé-MG

01 de dezembro de 2022

LUCAS TRINDADE IGNACIO DA SILVA

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE ENCÉFALO: UMA REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Centro Universitário- FAMINAS como requisito básico para a conclusão do Curso de Biomedicina.

Orientador (a): Mariana de Almeida Azevedo

Muriaé-MG

01 de dezembro de 2022

LUCAS TRINDADE IGNACIO DA SILVA

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE ENCÉFALO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho apresentado ao curso de
Biomedicina no Centro Universitário
Faminas como requisito parcial à
disciplina Conclusão de Curso.

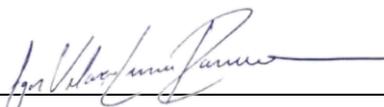
EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Mariana de Almeida Azevedo



MsC. Eduardo Cosendey Bokmann



MsC. Igor Vilaça Lima Romano

Nota Final: 86

Muriaé, 07 de dezembro de 2022.

SILVA, Lucas Trindade Ignacio

Ressonância Magnética de Encéfalo: Uma revisão bibliográfica / Lucas Trindade Ignacio da Silva. – Muriaé, 2022.

Número de páginas. il.: 37.

Orientadora: Prof. Dra. Mariana de Almeida Azevedo.

Monografia (Curso de Graduação em Biomedicina)

1. Ressonância Magnética, 2. Neuroimagem, 3. Encéfalo. Silva, Lucas Trindade Ignacio. Azevedo, Mariana Almeida. Ressonância Magnética de Encéfalo: Uma revisão bibliográfica.

DEDICATÓRIA

A Deus, pela coragem durante toda a jornada. Aos meus pais, que sempre me incentivaram em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A FAMINAS – Muriaé pela oportunidade concedida.

A minha professora e orientadora Mariana Almeida Azevedo, que me orientou, auxiliou e colaborou em todas as etapas deste trabalho, sempre com imensa atenção e dedicação.

Aos membros da banca, pela aceitação do convite e disponibilidade para a leitura e apreciação do trabalho.

EPÍGRAFE

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido e não na vitória propriamente dita.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

Hodiernamente, sabemos que o Sistema Nervoso terá um princípio de formação no ectoderma embrionário, durante o processo embrionário o ectoderma sofrerá uma invaginação. No Sistema Nervoso Central (SNC) é onde estará localizado o encéfalo humano, que por sua vez apresentará algumas divisões. Com isso podemos ressaltar que o SNC é composto pelo encéfalo e também pela medula espinhal. O objetivo deste projeto será realizar uma revisão bibliográfica integrativa dentro do âmbito de Ressonância Magnética, para melhor compreender os protocolos utilizados em Ressonâncias Magnéticas de Encéfalo para os diagnósticos de diferentes patologias. A metodologia utilizada será a realização de uma revisão bibliográfica por meio de pesquisas dentro de sites como PubMed e Scielo, utilizando palavras-chave: ressonância magnética, neuroimagem, encéfalo. Publicados entre os anos de 2000 a 2022, de modo que seja possível compreender, com base nos artigos, achados encefálicos e protocolos de imageamento encefálico afim de padronizar os protocolos e diagnóstico.

Palavras-chave: Ressonância Magnética; Neuroimagem; Encéfalo.

ABSTRACT

Nowadays, we know that the Nervous System will have a beginning of formation in the embryonic ectoderm, during the embryonic process the ectoderm will suffer an invagination. In the Central Nervous System (CNS) is where the human brain will be located, which in turn will have some divisions. With this we can emphasize that the CNS is composed of the brain and also the spinal cord. The objective of this project will be to carry out an integrative bibliographic review within the scope of Magnetic Resonance of the Brain for the diagnosis of different pathologies. The methodology used will be carry out a bibliographic review through searches within sites such as PubMed and Scielo, using keywords: magnetic resonance imaging, neuroimaging, brain. Published between the years 2000 to 2022, so that it is possible to understand, based on the articles, brain, findings and brain imaging protocols in order to standardize protocols and diagnosis.

Keywords: Magnetic Resonance; Neuroimaging; Brain.

LISTA DE ABREVIATURAS

SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
AVE	Acidente Vascular Encefálico
EM	Esclerose Múltipla
TE	Tronco Encefálico
ECG	Escala de Coma de Glasgow
IDH	<i>Isocitrate De Hidrogenase</i>
DA	Doença de Alzheimer
DP	Doença de Parkinson
DH	Doença de Huntington
RM	Ressonância Magnética
SN	Substância Negra
RF	Radiofrequência
DWI	<i>Diffusion-weighted imaging</i>
SWI	<i>Susceptibility weighted imaging</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
	1.1 NEUROANATOMIA ENCEFÁLICA.....	6
	1.2 ALTERAÇÕES E LESÕES ENCEFÁLICAS	9
	1.3 RESSONÂNCIA MAGNETICA	14
2	OBJETIVOS	18
	2.1 Objetivo específico	18
3	METODOLOGIA	19
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	20
	4.1 Ponderação T1	21
	4.2 Ponderação T2	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Nervoso, tem seu princípio no ectoderma embrionário e acaba situando-se na parte dorsal do embrião. Ao longo do progresso embrionário, o ectoderma sofrerá um processo que é chamado de invaginação (Figura 1), assim posteriormente dando início ao sulco neural e quando a mesma sofre o fechamento formará o tubo neural (DARNELL, 2017).

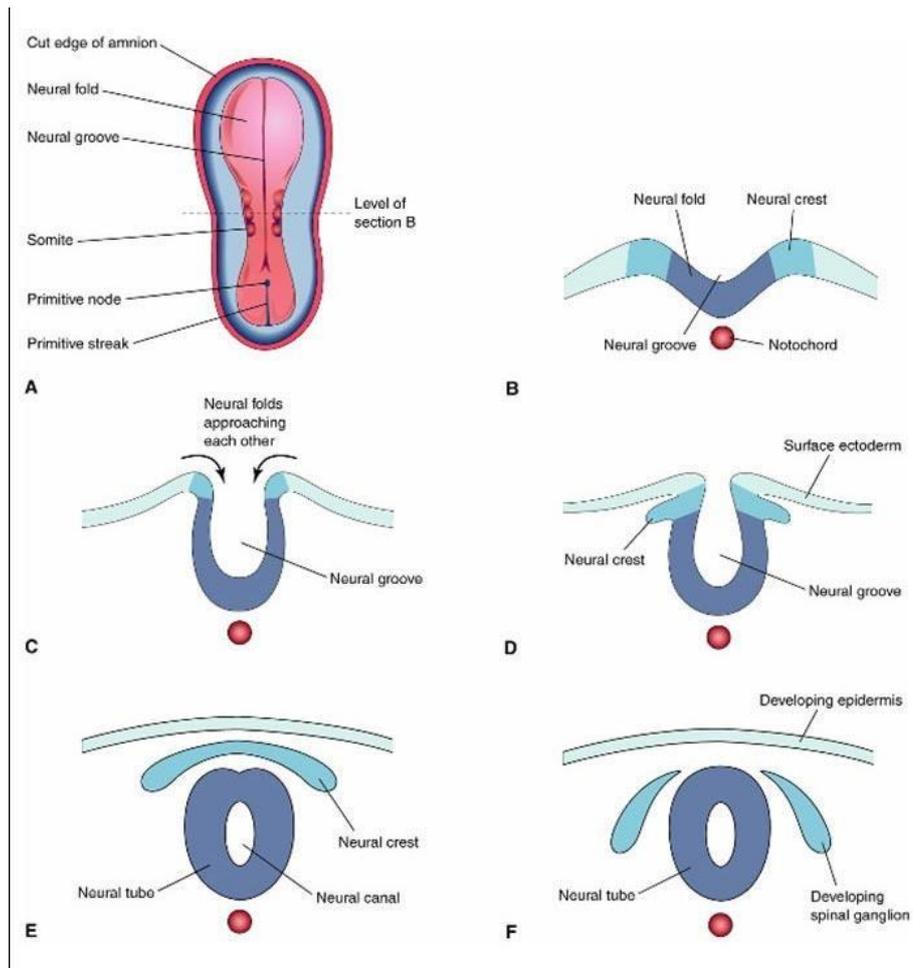


Figura 1: Esquema ilustrativo da formação do tubo neural por meio da fusão das pregas neurais. (Moore & Persaud, 2003).

A células da notocorda e endodérmicas anterior e abaixo, fazem com que o tubo neural se organize no encéfalo e na medula espinhal (Figura 1 e 2), compondo o sistema nervoso central (SNC). Interiormente do tubo neural há cavidades que estarão preenchidas de líquidos onde será chamado de canal neural. Enquanto isso, as células da crista neural migram por todo o corpo para se tornarem células do sistema nervoso periférico (SNP) (DARNELL, 2017).

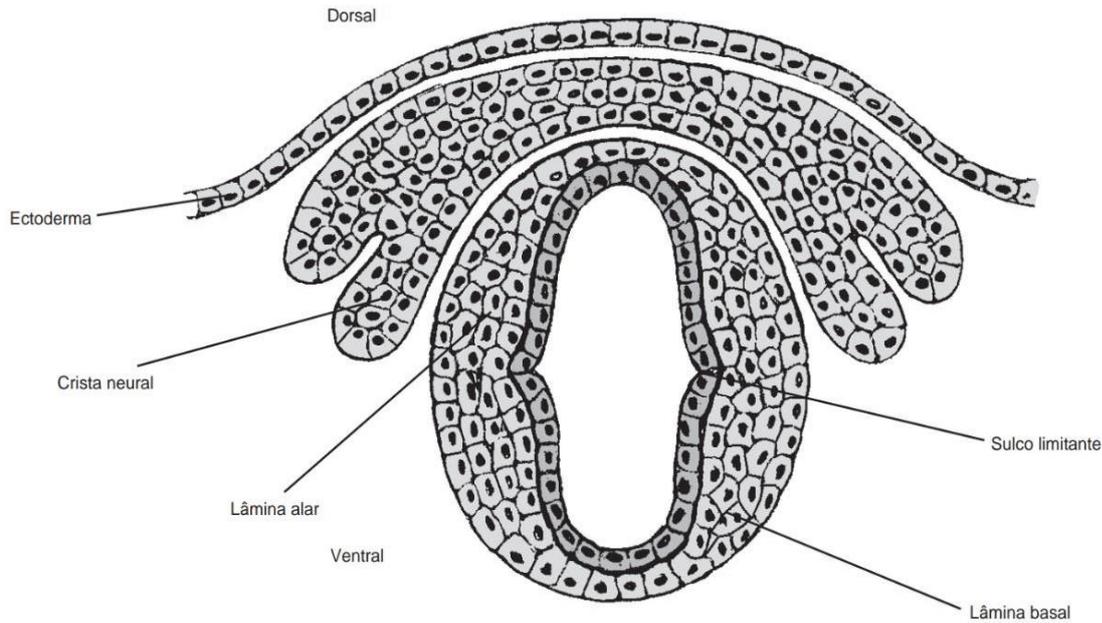


Figura 2: Tubo neural em corte transversal. **Fonte:** Meneses, M.S.; 3º edição, 2011.

O SNC, é composto pelo encéfalo e pela medula, que possuem como ênfase e individualidade a recepção, transmissão e interpretação de estímulos ou sinais de comando sendo capaz de gerar respostas a estes estímulos. Enquanto o SNP, formado por nervos e gânglios, tem como constituintes as vias que encaminham os estímulos do SNC para os demais sistemas (via descendente) ou trazem informações externas, como por exemplo estímulos sensoriais externos ou internos (FILHO, 2015).

1.1 NEUROANATOMIA ENCEFÁLICA

O encéfalo, é a parte do SNC que está inserida na cavidade do crânio, composto por cérebro, cerebelo e tronco encefálico (Figura 3). Dividido em dois grandes hemisférios, direito e esquerdo, que apresentam uma imagem quase espelhada um do outro, porém há uma pequena assimetria (KREBS, 2013).

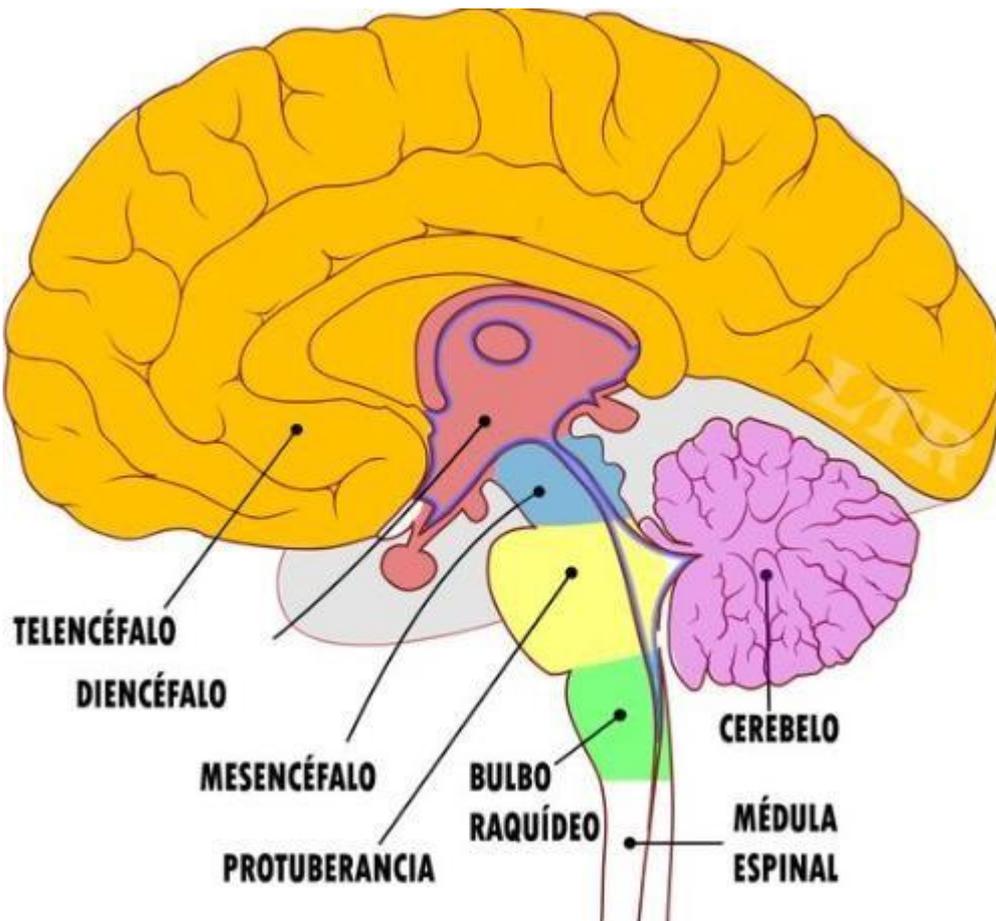


Figura 3: Neuroanatomia encefálica. **Fonte:** Neuroanatomia texto e atlas 4 edição, 2014.

O cérebro é dividido em telencéfalo e diencéfalo. O telencéfalo é dividido em lobos, o maior lobo presente é chamado de lobo frontal. A divisão entre o lobo frontal e o lobo parietal se dá por meio do sulco central, e do temporal pelo sulco lateral. A importância das áreas das superfícies laterais e mediais são para a regulação da atividade motora. O lobo parietal será essencial na regulação das chamadas funções somatossensoriais. Já o lobo occipital estará correlacionado com a visão, essa área visual estará presente na superfície medial de ambos os lados do sulco calcarino. Por fim, o lobo temporal permanece conectado com as funções da audição, no giro temporal superior é o local no qual é processado as informações auditivas (KREBS, 2015).

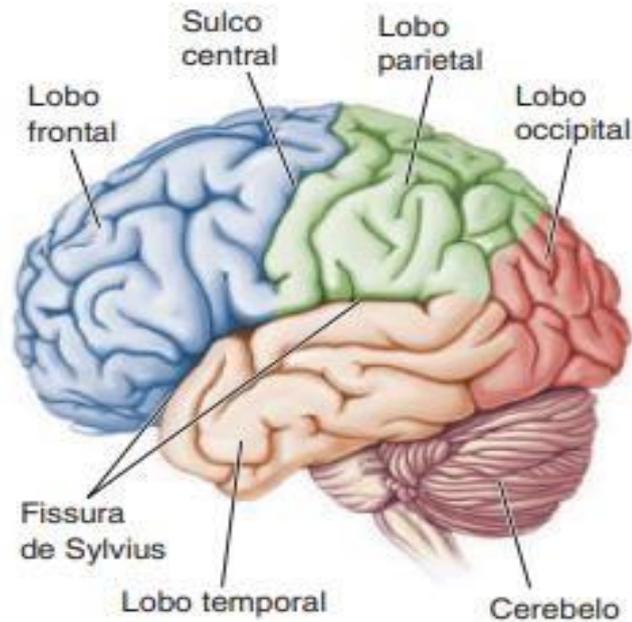


Figura 4: Representação anatômica dos Lobos Encefálicos. **Fonte:** BEAR, M. F.; 2017

A superfície cerebral é revestida pela pia-máter. Todas as elevações ou chamados de giros são limitados por depressões, descritos como sulcos (Figura 5). O sulco lateral irá ser o responsável por fazer a divisão entre os lobos temporal, frontal e parietal. No sulco central estão presentes três giros, o giro pré-central e giro pós central que serão representados adiante e atrás do sulco central, de forma respectiva, atrás do giro central estarão os sulcos pós-central e o sulco pré-central. Posteriormente ao limite do lobo occipital está presente o sulco parietooccipital (HIATTI,2012).

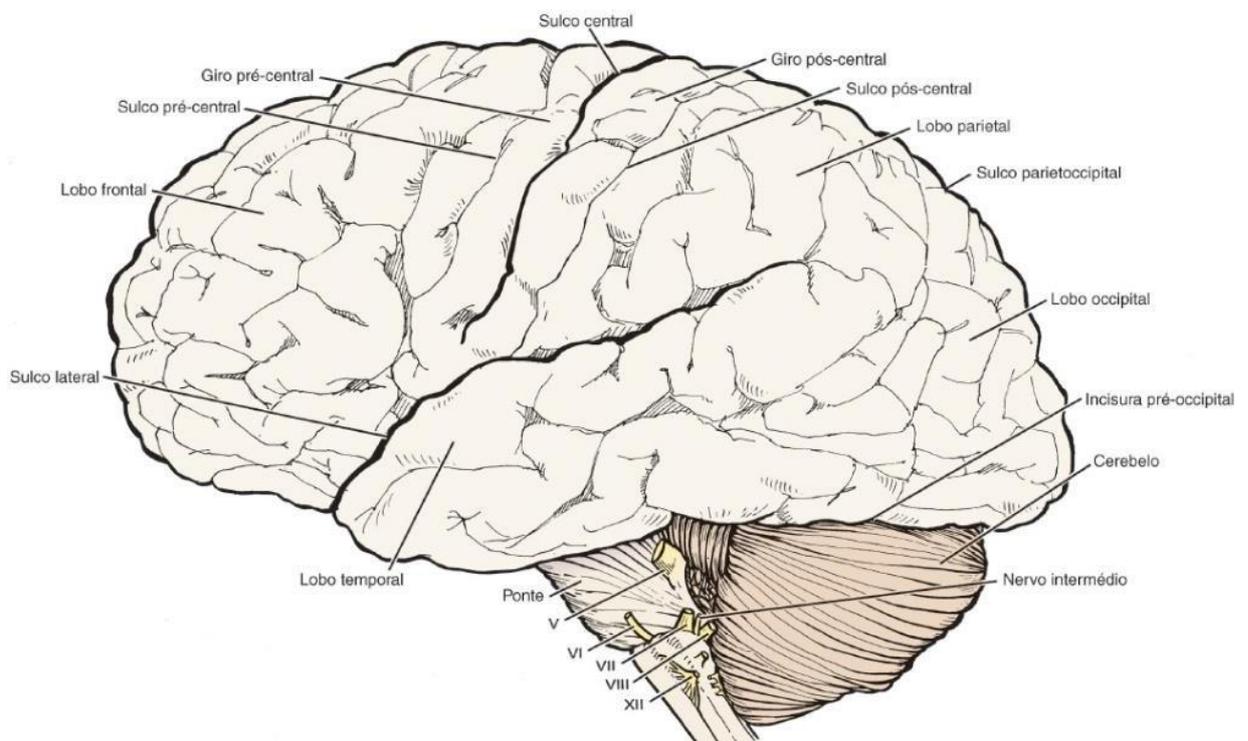


Figura 5: Vista lateral do encéfalo representando os sulcos, giros e lobos. **Fonte:** Hiatt, 2012

O diencéfalo irá formar quatro regiões cerebrais: tálamo, hipotálamo, epitálamo e subtálamo. O tálamo apresentará um formato ovalado, o hipotálamo estará inferiormente ao tálamo. Já o epitálamo anatomicamente estará posterior ao tálamo. Por fim, o subtálamo se encontrará entre o mesencéfalo e o hipotálamo (CONSENZA, 2012).

O cerebelo está localizado na fossa craniana posterior. Assim sendo o cerebelo é capaz de induzir o ritmo e a força das contrações musculares voluntárias. Sua superfície é dobrada em inúmeras pregas paralelas. A chamada síndrome do neocerebelo ou mais comumente descrita como síndrome do lobo posterior, que muitas das vezes apresenta-se como sequelas de acidente vascular encefálico (AVE), tumores, traumatismo ou doença degenerativa, essa síndrome se manifesta pela ausência de coordenação de movimentos de forma voluntária, a chamada ataxia, por sua vez este quadro é descrito como tremor intencional. Com uma lesão no neocerebelo, irão desencadear diversos graus de tremores intencionais, todavia os mesmos tremores estão de forma correlacionada ao tracto dentatotalâmico que é verificado em indivíduos com esclerose múltipla (EM) ou em infartos de mesencéfalo (YOUNG, 2018).

O tronco encefálico (TE) apresenta subdivisões descritas como tais Ponte, Bulbo, Mesencéfalo. O TE está ligado unidamente às vias ascendentes e descendentes e em adição a isso, aos núcleos dos nervos cranianos. Como efeito, capta estímulos de porções do sistema nervoso e assim sendo, desempenha grande influência sobre as funções do SNC (YOUNG, 2018).

1.2 ALTERAÇÕES E LESÕES ENCEFÁLICAS

Para ser considerado uma lesão neural é necessária que ocorra uma descontinuação de axônios podendo ser de neurônios centrais ou periféricos. Tais alterações e lesões podem ocorrer por trauma físico, doenças genéticas, do desenvolvimento, tumores, envelhecimento, entre outros.

As lesões por trauma podem ser agrupadas em primárias que são as quais ocorrem imediatamente após traumas; e as lesões secundárias que ocorre tardiamente ao trauma (PEIXOTO, 2015).

Além disso as lesões cerebrais podem ser classificadas de acordo com sua extensão: focais e difusas. As lesões focais são as quais requerem uma baixa energia cinética, em compensação as lesões difusas são aquelas que irão danificar o cérebro em sua totalidade (ANDRADE, 2009).

A escada de Marshall é utilizada para avaliar a extensão da lesão cerebral (Figura 6). Em Marshall IV, ocorre uma perda da autorregulação com isso o indivíduo será realocado para ter cuidados mais intensivos. Em Marshall III ocorrerá um afunilamento das cisternas basais e ventrículos laterais (FALEIRO, 2014).

Tipo	Descrição tomográfica	Prognóstico
I	Tomografia sem patologias visíveis.	Mortalidade 9.6%
II	Cisternas presentes; desvio de linha média 0-5 mm; ausência de lesões > 25 ml.	Mortalidade 13.5%
III	Cisternas comprimidas ou ausentes; desvio de linha média 0-5 mm; ausência de lesões > 25 ml.	Mortalidade 34%
IV	Desvio de linha média > 5 mm; ausência de lesões > 25 ml.	Mortalidade 56.2%

Figura 6: Representação da escala de Marshall. **Fonte:** Faleiro, 2014.

Na avaliação da consciência do paciente é utilizada a Escala de Coma de Glasgow (ECG) (Figura 7) que foi disponibilizada primeiramente em 1974 e até os dias atuais continuam em utilização servindo como medida clínica definida de forma objetiva de uma lesão cerebral de forma grave. A maior e melhor pontuação a se registrar é 15 e sua pior é 3, todavia se houver uma área não avaliada seja por algum motivo, a pontuação numérica não será utilizada. Para a pontuação entre 13 a 15 na ECG é considerado lesão leve; uma lesão moderada é descrita com pontuação entre 9 a 12 e por fim as pontuações que atingem valores de 8 ou menos são definidas como lesão grave (SOARES,2018).

EDG ORIGINAL	ESCALA REVISADA	PONTUAÇÃO
Abertura ocular (O)	Abertura ocular (O)	OCULAR
Espontânea	Espontânea	4
Ao estímulo verbal	Ao estímulo verbal	3
Ao estímulo doloroso	À pressão	2
Nenhuma	Nenhum	1
	Não testável	NT
Resposta verbal (V)	Resposta verbal (V)	VERBAL
Orientado	Orientado	5
Conversa confusa	Confuso	4
Palavras inapropriadas	Palavras	3
Sons incompreensíveis	Sons	2
Nenhuma	Nenhuma	1
	Não testável	NT
Resposta motora (M)	Resposta motora (M)	MOTORA
Obedece a comandos	Obedece a comandos	6
Localiza dor	Localizando	5
Movimento de retirada	Flexão normal	4
Flexão anormal (decorticação)	Flexão anormal	3
Extensão (descerebração)	Extensão	2
Nenhum (flácido)	Nenhuma	1
	Não testável	NT

Figura 7: Apresentação da Escala de Coma de Glasgow. **Fonte:** Confen.gov

Durante o processo de desenvolvimento, diversos fatores podem prejudicar a formação do SNC do embrião, incluindo deficiência de folato, uso de drogas e prescrição de medicamentos que acabam alterando a parte do metabolismo de folato (SILVEIRA, 2021).



Figura 8: Lesão Axonal Difusa - hemorragias puntiforme. **Fonte:** <https://www.medway.com.br/conteudos/artigo-traumatismo-cranioencefalico/>

Além disso, causas genéticas e moleculares podem acabar também interrompendo esse desenvolvimento normal do córtex cerebral, uma vez que modificações nos genes responsáveis pelo crescimento e as vias metabólicas levará a uma má formação. Para exemplificar má formação do córtex cerebral pode-se citar a Holoprosencefalia, onde a mesma trata-se de uma má formação do prosencéfalo que será definida por uma divisão incompleta de ambos os hemisférios cerebrais, vale ressaltar que essa má formação é incompatível com a vida (SILVEIRA,2021).

Os tumores cerebrais por sua vez apresentam características e desafios para o diagnóstico e terapia com tumores localizados em outras partes do corpo, em adição a isso são capazes de expor questões específicas que estarão relacionadas às propriedades únicas do órgão em que se está encontrado (HERHOLZ *et al*, 2012).

Dentre as diversas neoplasias que acabam-se desfrutando da análise genotípica e molecular, podemos ressaltar os gliomas. Esses gliomas nada mais são do que neoplasias intrínsecas primárias que fazem parte do próprio tecido cerebral. Além disso podemos citar algumas mutações, sendo elas: mutação IDH (Isocitrate De Hidrogenase); mutação ATRX; Mutação H₃K₂₇M; Mutação TERT; Mutações LAMA₂, NELL₂, RELA-fusion (PEREIRA *et al*, 2018).

Outra alteração que é importante ressaltar é o grupo de tumores germinativos do SNC, na qual o mais característico seria o meduloblastomas que são tumores mais frequentes em crianças e que irão ocorrer de forma única na fossa posterior (MILLARD & BRAGANÇA, 2015). Por fim é de muita relevância retratar os Meningiomas, no qual são divididos em quatro graus (Grau I ao Grau IV), em adição a isso, foi verificada uma associação dessas lesões com anormalidades encontradas nos cromossomos 17 e 22, que estão associados com a produção de Merlinda e Schwannomina, observadas principalmente em neurofibromatose do tipo I e II (PEREIRA *et al*, 2018).

Com relação as doenças neurodegenerativas, como por exemplo doença de Alzheimer (DA); doença de Parkinson (DP); doença de Huntington (DH), são descritas pela presença de acúmulo, no tecido cerebral, de proteínas que são anormalmente dobradas. Com essa característica em comum entre essas doenças nas quais acabam sendo relatadas como “proteinopatias” (BOURDENX, 2017).

Nas proteinopatias é possível evidenciar alterações anatômicas em diferentes regiões encefálicas. Na DA, é possível observar a redução dos giros (Figura 9); uma atrofia cortical global; atrofia temporal medial; atrofia parietal, entre outros dependendo do grau de evolução da doença (XAVIER, 2013; SAILVA, 2017).

DA é descrita como presença de amplos estágios pré-clínicos, neurodegeneração e comprometimento cognitivo (JACK; *et al*, 2018). Em seguida a uma utilização generalizada, há diversas modelagens extensas para o poder de imagens que são ponderadas em T1 e T2 para que seja possível verificar taxas de mudanças e o efeito do tratamento (JACK; *et al*, 2015).

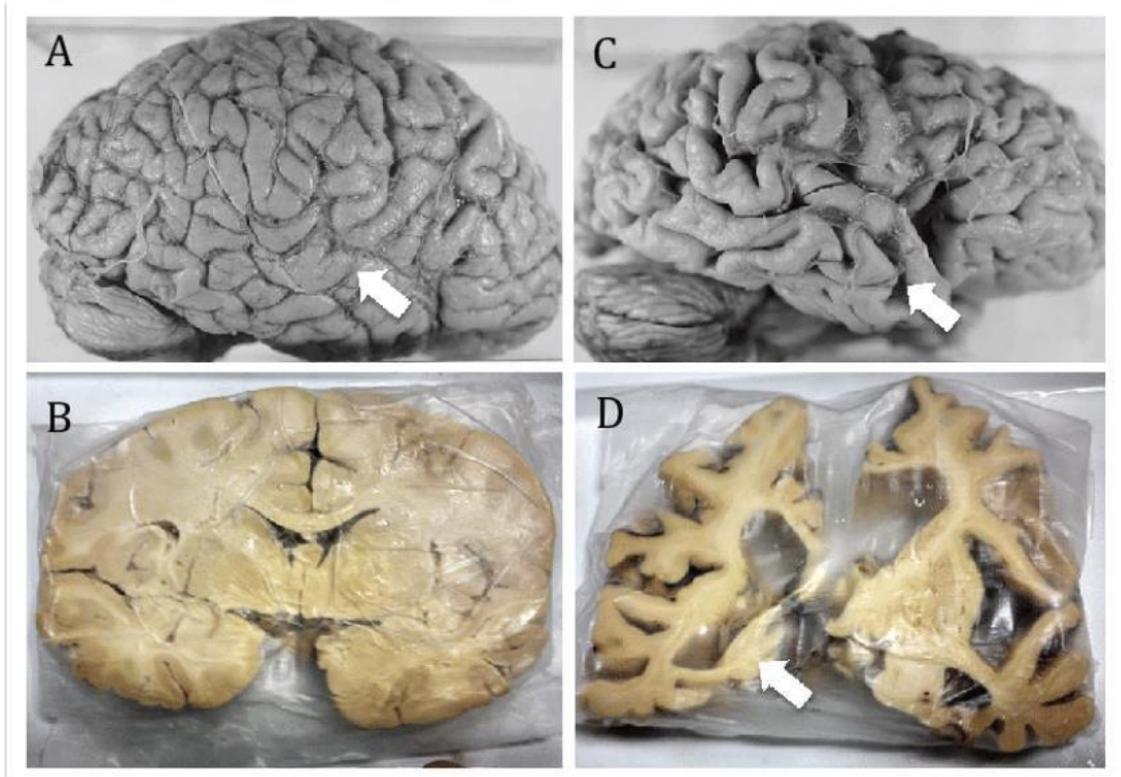


Figura 9: Comparação neuro anatômica realizada entre um cérebro com DA (A e B) com um cérebro normal (C e D). Atrofia do tipo seletiva de hipocampo (seta). **Fonte:** Floran, B.; 2015.

Já na DP uma das alterações anatômicas é a alteração da substância negra (FIGURA 10). (XAVIER, 2013; SAILVA, 2017).

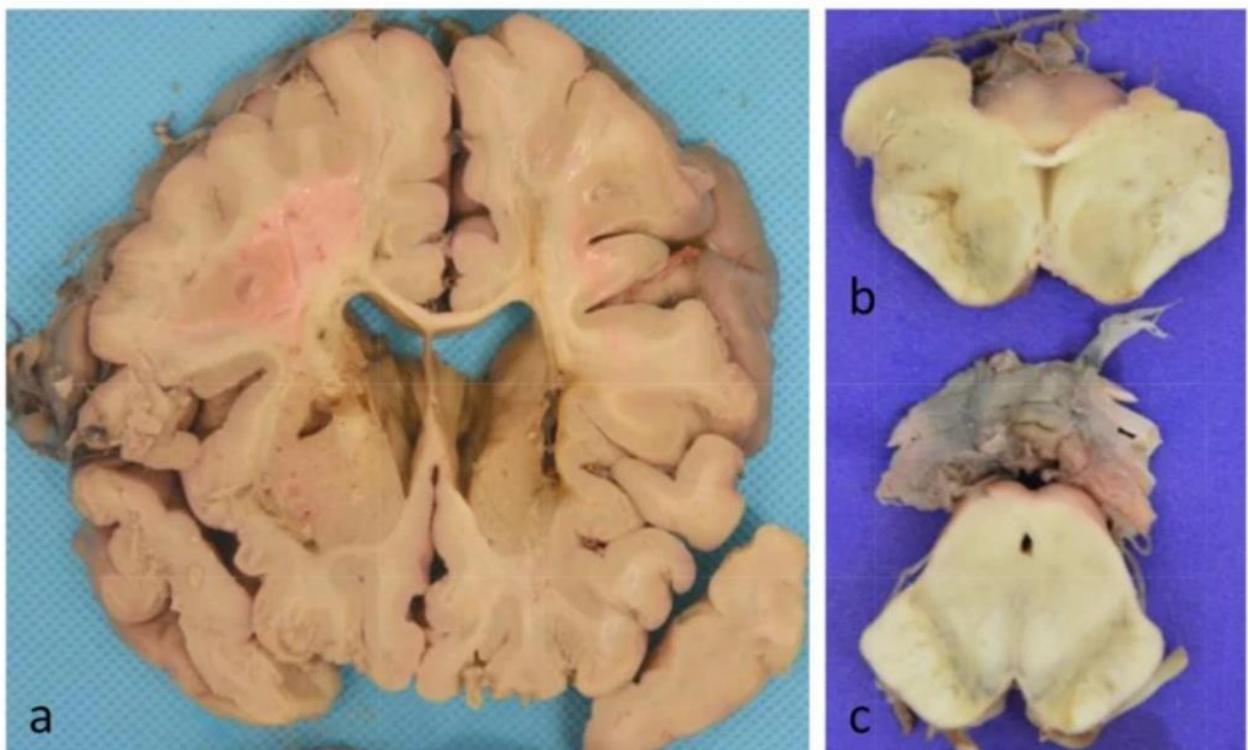


Figura 10: Leve despigmentação da substância negra (c). **Fonte:** ZHANG, S.; 2021.

Entretanto, pouco se sabe sobre a doença de Parkinson, onde a mesma está associada a um conjunto de doenças neurológicas que terá como caracterização o tremor de forma involuntário. Um diagnóstico para essa DP é determinado em especial pelos sinais clínicos, em adição a isso, podemos citar também as técnicas de aquisição de imagem que irão ajudar no provável diagnóstico, que no caso conseguimos indicar uma Ressonância Magnética (RM) para este paciente (SILVA, 2017).

A DP é uma desordem neurodegenerativa com grande impacto e caracterizada tanto por sintomas motores e não motores além de também por meio de formação dos corpos de Lewy. Sua progressão será determinada por uma falta de neurônios dopaminérgicos, diminuição do conteúdo de neuromelanina e principalmente por um excesso de ferro na substância negra (SN). A SN é considerada como principal alvo da patologia de DP com o uso de imagens de RM à muitas décadas, toda via as imagens padronizadas não permitem um estudo da anatomia normal da SN assim sendo, um fator limitante no diagnóstico de DP (PÉRAN; *et al*, 2010).

1.3 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Desde os primórdios da ciência aplicada à saúde até a sua atualidade, os constantes avanços na medicina acabam beneficiando em diversos aspectos e âmbitos, como por exemplo em uma melhor compreensão de patologias. A descoberta e evolução do diagnóstico por imagem, vem auxiliando em diagnósticos mais precisos e menos invasivos, e o estudo das alterações anatômicas associadas a imagiologia tem permitido diagnósticos mais precoces (GHIZZI, 2021).

A ressonância magnética (RM) é um dos diversos métodos dentro do âmbito de diagnóstico por imagem, que cada vez mais consegue acrescentar de forma notável sua capacidade de contribuir no campo da neuro-imagem. Esse método tem como utilização a resolução espacial maior, bobinas para aquisições mais rápidas e para o melhoramento da qualidade da imagem (ROCHA *et al.*, 2001).

A aquisição de uma imagem por RM por sua vez não é um método invasivo, não apresenta riscos de radiação ionizante, e é o método mais eficaz e específico para se avaliar partes moles, em especial partes cerebrais, proporcionando imagens em qualquer plano corporal (axial, coronal, sagital e oblíquos). Assim sendo, é capaz de fornecer imagens anatômicas estruturais com bons contrastes e resoluções (HAGE; IWASAKI, 2009).

A RM a princípio terá um pulso de radiofrequência (RF) que será conduzido ao paciente e é obtido um sinal de rotações magnetizadas (prótons) em seu corpo. O sistema da RM é constituído pelo magneto, que será responsável pela produção do campo magnético principal, terá além disso a participação de diversas bobinas específicas para cada parte do corpo humano. Assim sendo, o campo magnético que será formado será eficaz para os núcleos do átomo de hidrogênio, possuindo assim propriedades vetoriais onde a intensidade, direção e sentido serão caracterizados por um vetor de magnetização (THOMAZ, 2017).

O átomo de Hidrogênio é considerado o átomo mais simples, uma vez que o mesmo apresenta apenas um próton. Para a RM, este é o átomo mais importante já que no corpo humano dois terços de nossos átomos são hidrogênio, além disso é altamente magnético. Quando o hidrogênio é exposto ao campo magnético o próton existente alinha-se favoravelmente ou de forma contrária o que diferenciará será a quantidade de campo magnético aplicado (FICEL,2006).

Hodiernamente, a RM teve seus primórdios em 1946 onde foram segmentados em dois grupos distintos: Purcell em Harvard, que teve como objetivo o estudo de sólidos e Bloch em Stanford, que por sua vez estudava os líquidos (HAGE; IWASAKI, 2008).

A RM teve como principal objetivo na época atuar como um método de análise química de estruturas, intitulada de espectroscopia. Próximo ao final da década de 60, o médico que mais tarde foi nomeado como o pai da ressonância magnética chamado Raymond Damadian determinou *in vitro* que a ponderação T1 quase sempre era maior em tumores em comparação ao tecido normal, assim tendo como ponto de partida a criação e desenvolvimento de um aparelho (LAUTERBUR, 1973).

Somente em 1972, Lauterbour conseguiu obter as primeiras imagens de uma parte do corpo: um dedo. Em 2003, com essas pesquisas e avanços realizados na área, tanto Paul Lauterbour e Peter Mansfield receberam o prêmio Nobel de medicina (HAGE; IWASAKI, 2008).

Quando um tecido é submetido ao campo magnético por cerca de cinco a dez segundos é suficiente para que a magnetização tissular resultante atinja um valor de equilíbrio, na qual se tornará uniforme junto a intensidade de um campo magnético externo, assim fazendo com que o eixo longitudinal ou eixo z seja formado (MENDONÇA; *et al*, 1996).

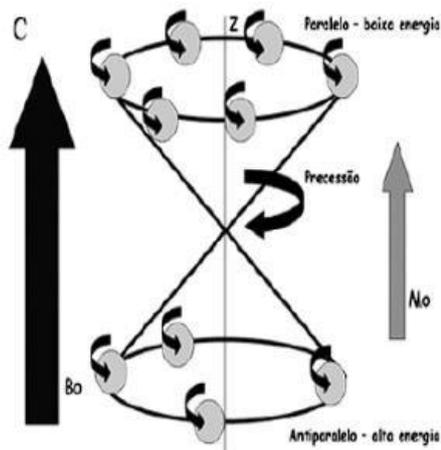


Figura 11: Representação de prótons no corpo de forma aleatória. **Fonte:** <https://www.scielo.br/j/cr/a/mmPL6rMp5vmPCRpmYH84Kbm/?lang=pt#> , 2008.

O processo no qual um núcleo é excitado e retornando posteriormente a sua posição de equilíbrio é conhecido como relaxação, esse processo é estabelecido por duas constantes de tempo T1 e T2 (Figura 12) (THOMSON; *et al*, 1993).

Na ponderação T1, a gordura presente no corpo será mostrada de forma mais brilhante, ou seja, terá uma alta intensidade de sinal. Todavia, líquidos como água terão uma aparência mais escura. Nesse ponto de vista as imagens em ponderações T1 acabam sendo de suma importância para evidenciar se em tal parte do corpo há presença de gordura. Por outro lado, nas imagens de relaxamento ponderadas em T2, ocorrerá uma supressão desta gordura, ou seja, apresentará um aspecto mais escuro e os líquidos apresentaram maior intensidade de sinal, sendo representado de forma mais brilhante, assim sendo essencial para o estudo de tumores, inflamações ou possíveis traumas. Há uma correlação entre ambas ponderações apesarem de serem diferentes, uma vez que ambas se complementam para que assim possa ser possível um diagnóstico preciso (KOCAK, 2021).

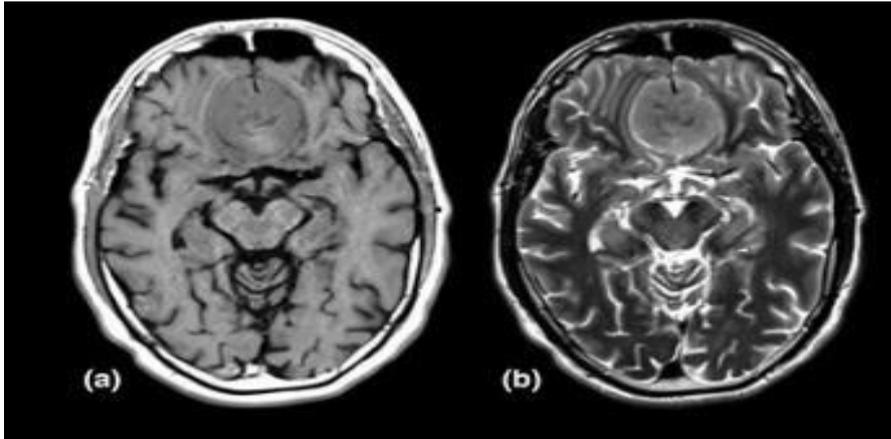


Figura 12: Diferenciação de imagem ponderada em T1 (a) e em ponderação T2 em (b). **Fonte:** LUDOVICHETTI, 2022.

Entrando no contexto de traumas encefálicos, temos a RM como principal chave para a identificações sutis uma vez que a Tomografia Computadorizada não consegue. Com uma alteração de frequência e o tempo de pulso magnético torna-se capaz de alterar os sinais de radiofrequência específicos internos do corpo (NADEL; *et al*, 2021).

Dentro desse contexto, são necessários protocolos que contenham sequências específicas como a difusão com imagens ponderadas (DWI - *Diffusion-weighted imaging*) e imagens ponderadas por suscetibilidade (SWI - *Susceptibility weighted imaging*) sendo as quais essenciais para o elucidamento da lesão (Figura 13). (NADEL; *et al*, 2021).

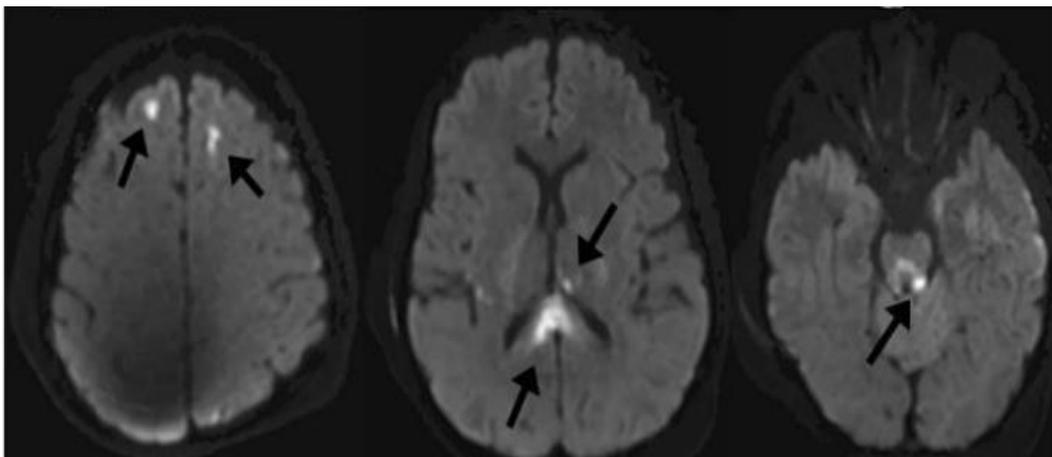


Figura 13: RM com imagem de protocolo DWI. As setas indicam edemas citotóxicos em DWI que não são visíveis em TC. **Fonte:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7930990/>

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste projeto é realizar uma revisão bibliográfica integrativa dentro do âmbito de Ressonância Magnética (RM), para melhor compreender os protocolos utilizados nesse equipamento de imagem utilizado para estudo de Encéfalo e diagnósticos de diferentes patologias.

2.2 Objetivo específico

- Avaliar as principais indicações de Ressonância Magnética em Encéfalo
- Analisar os protocolos utilizados e as estruturas mais bem visualizada por eles
- Relacionar os protocolos, com as estruturas anatômicas e o diagnóstico.

3 METODOLOGIA

Foi realizado uma revisão bibliográfica por meio de pesquisas dentro de sites como PubMed e Scielo, utilizando palavras-chave: ressonância magnética, neuroimagem, encéfalo. Publicados entre os anos de 2000 a 2022, de modo que seja possível compreender, com base nos artigos, achados encefálicos e protocolos de imageamento encefálico a fim de padronizar os protocolos e diagnóstico.

Como critério de inclusão, os artigos devem conter a imagem do procedimento bem como o protocolo utilizado, para que seja possível a comparação e análise.

Após a seleção dos artigos, os mesmos foram separados por protocolos de RM para uma análise detalhada das alterações anatômicas. Seguido de uma segmentação por diagnóstico, a fim de melhor direcionar os protocolos utilizados na neuroimagem.

Posteriormente à análise de artigos foram selecionados mais de 44 artigos para a revisão. Nos resultados foram incluídos artigos que abordavam patologias, ponderações e protocolos de RM no qual 15 artigos foram utilizados para a formação dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se associar RM de encéfalo com patologias Westbrook, 2014 descreveu que as indicações patológicas que a RM poderia estar associadas são a EM, AVCs, Hemorragias entre outras. Assim sendo, para o estudo destas patologias são utilizados protocolos de imagens diferentes para sua melhor aquisição.

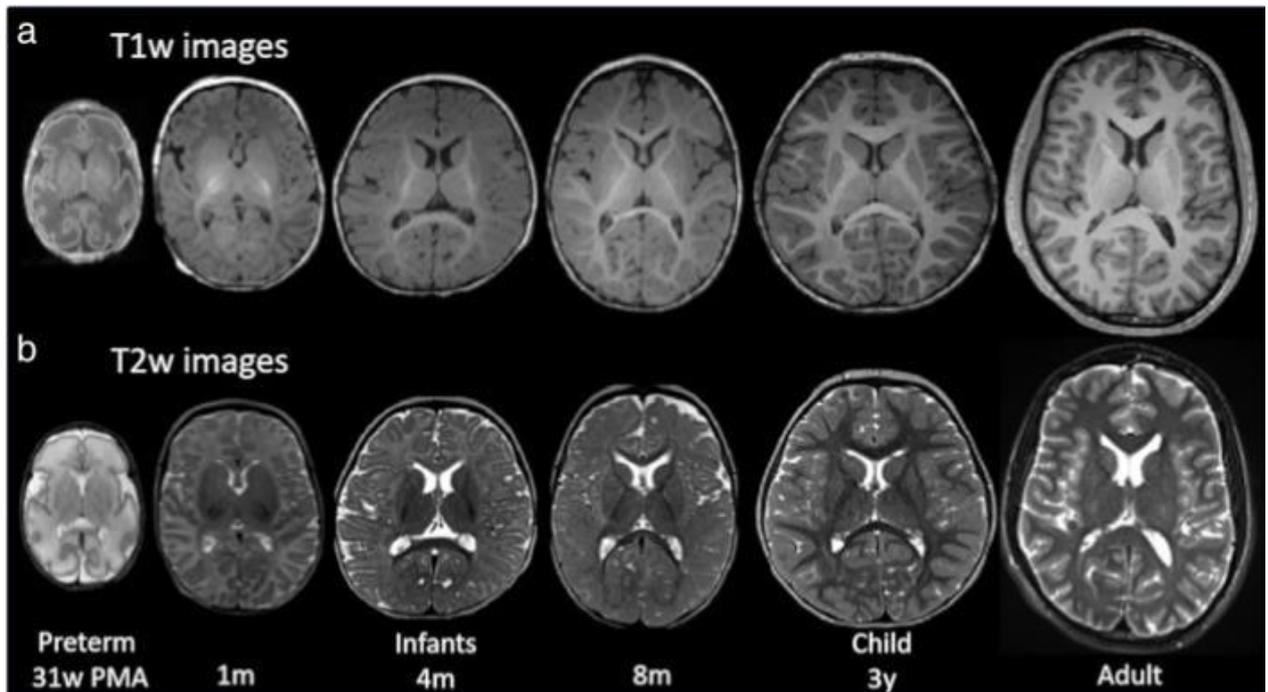


Figura 14: Representação da evolução encefálica de recém nascidos de 31 semanas até a fase adulta, tanto em ponderações T1 e T2. **Fonte:** Dubois, et al. 2021.

Dentro da rotina na área de imagem, alguns protocolos são bastante utilizados, como os protocolos de T1, T2. A representação e suas funcionalidades clínicas de protocolos na RM estão mostradas na figura abaixo (Figura 15).

técnica de ressonância magnética	utilidade clínica
T1	<p>Avalia a arquitetura do tecido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pré-contraste de alta intensidade observada em hemoderivados, mineralização, gordura, melanina • O realce pós-contraste reflete quebra inespecífica da barreira hematoencefálica
T2/FLAIR	<p>Avalia a arquitetura do tecido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta intensidade observada em edema peritumoral (vasogênico e infiltrativo), tumor sem contraste, lesão da substância branca, gliose
T2* (SWI)	<p>Sensível à suscetibilidade magnética</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baixa intensidade observada em produtos sanguíneos, vascularização tumoral, calcificação, micro-hemorragia induzida por radiação
DWI	<p>Sondas de movimento aleatório/difusão de água, podem ser apresentadas como mapa ADC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzida (alta intensidade de sinal) em tumor altamente celular ou regiões de tumor com celularidade aumentada e em edema

Figura 15: Representação de protocolos de RM com sua Utilidade clínica diária. **Fonte:** Meyer, 2017.

4.1 Ponderação em T1

Na ponderação T1 o que será visto com maior nitidez e qualidade será a gordura presente nos tecidos, além disso essa ponderação acaba sendo fundamental para o descarte de patologias que tenham o cunho hemorrágico.

Dentro da patologia de Esclerose Múltipla (EM) a qual apresenta lesões desmielinizantes, muito bem visualizada na RM. Portanto assim irá auxiliar de forma essencial para um melhor prognóstico e principalmente um diagnóstico precoce (AMARAL, *et al*, 2019). É possível visualizar a lesão mesmo sem o uso de contraste, entretanto ao aplicar o gadolínio na ponderação T1, a lesão de EM fica ainda mais visível.

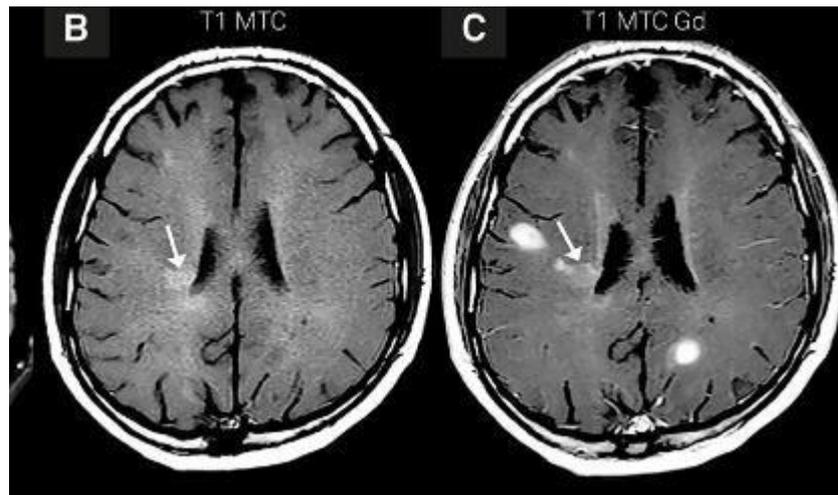


Figura 16: Paciente mulher, 26 anos com diagnóstico de EM. **Fonte:** Amaral, 2019.

Na figura 16, a imagem B é representado a fase pré admissão de contraste enquanto em C a fase pós contraste.

Na DA, que é determinada como um comprometimento cognitivo com traços e chances de agravamento ao decorrer dos anos. Considera-se que para um diagnóstico preciso de DA deve-se a uma realização de testes de cognição e uma RM do encéfalo (MOFRAD, *et al*; 2021).

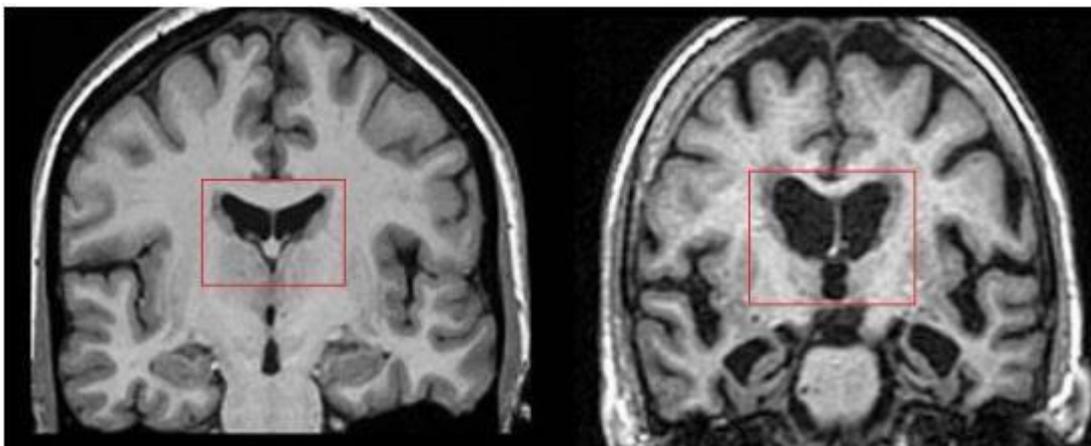


Figura 17: Imagem de RM em que à esquerda é representado um cérebro saudável enquanto na direita um cérebro de paciente com DA.

Iyappan, et al em 2017 obteve resultados no qual o uso dessas imagens de RM pode ser utilizado como verificação de estadiamento da doença pelo fato da perda de massa cinzenta do indivíduo, observada no aumento dos sulcos e ventrículos e uma atrofia dos giros.

LaFerla, 2012 caracterizou a DA como uma fragilidade neuronal seletiva que por sua vez sucede para uma perda progressiva de memória. Anteriormente, em 2005 Cullen et al., realizou um estudo no qual teve como elucidações microsangramentos e acúmulos de ferro na DA.

Estudos relacionados a neuroimagem vem sendo feitos desde a década de 70 onde foram inseridas imagens de estruturas e de imagens de forma funcional do encéfalo com a utilização do aparelho de RM (POLITIS, 2014). Polites, 2010 descreveu que uma aparência da DP integra diversos sintomas que natureza não motora, tendo como exemplos citados a depressão e insônias.

Na DP a RM é essencial para constatar a presença de uma lesão estrutural que porventura possa ser a causa do parkinsonismo (PAGANO, 2016).

No ano de 2021 Aludin e Schimill retrataram a DP como uma aniquilação de neurônios dopaminérgicos internamente na SN, onde que por sua vez está inserida nos gânglios da base e de forma motora está correlacionada ao sistema motor extrapiramidal.

4.2 Ponderação em T2

Na ponderação em T2 há de lembrar que as estruturas onde são melhores localizadas e descritas, os líquidos como por exemplo a água, além disso a ponderação em T2 serve como principal ferramenta para a investigação de tumores.

Meningiomas são tumores benignos em sua maioria, toda via, terão casos nos quais ocorrerão anaplásicos e podem ser divididos em três graus (1, 2, 3). A maioria dos meningiomas de grau 1 serão considerados benignos e havendo várias subdivisões para tipos como por exemplo o metaplásico. No grau 2 estes meningiomas apresentarão anormalidades dentro do âmbito de núcleos celulares e necroses. Em seguida no grau 3 os meningiomas são principalmente correlacionados a sua atividade mitótica (LOUIS, *et al*; 2016). A utilização de RM para este tipo de patologia terá como objetivo a elucidação deste tumor (YAO, 2016).

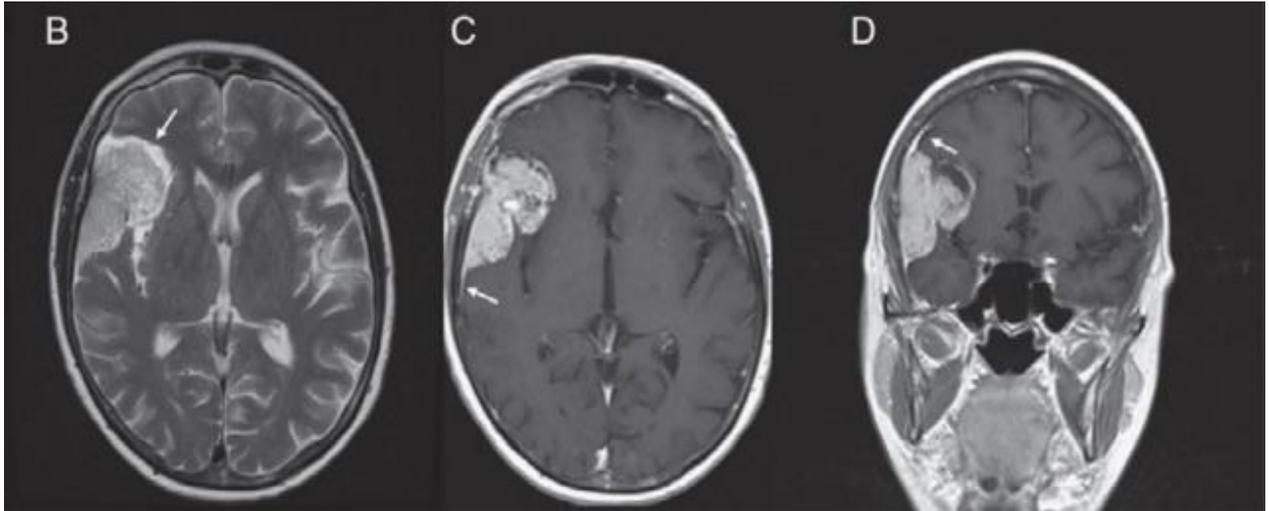


Figura 18: RM de paciente apresentando uma massa extra axial de baixa densidade (seta). Primeiramente (b) RM ponderada em T2; Em (c) Representação pós o uso do gadolínio em plano axial; Pós contraste gadolínio em plano coronal (d). **Fonte:** Pereira *et al*, 2021.

A localização de uma lesão primária irá ser essencial para que ocorra a diferenciação entre os tipos existentes de tumores. Em adição a isso, a quantidade de lesões é relevante, onde a mesma poderá relacionar se tal quantidade de lesão sugerem uma doença metastática ou se sugere uma desmielinização e inflamação (MEYER, 2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim sendo, a capacidade da RM em patologias apresenta um papel fundamental para diagnósticos e prognósticos.

Portanto, ponderações do tipo T1 são mais focalizadas em áreas de incidência ou mesmo procura de pontos hemorrágicos no indivíduo ou até mesmo para o auxílio em DA.

Ponderações do tipo T2 tem como principal objetivo a detecção de tumores assim acarretando em melhores indicações e soluções para o indivíduo.

Nos protocolos de patologias onde é utilizado o meio de contraste mineral denominado Gadolínio apresentará um papel na captação dessas alterações onde que tais anomalias acabam impedindo que o contraste flua, ou seja, isolando-o e deixando o mesmo com tom esbranquiçado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. F. et al, **Mecanismos de Lesão Cerebral no Traumatismo Cranioencefálico**, Revista da Associação Médica Brasileira, 2009

BOURDENX, M.; DEHAY, B. **Autophagy and brain: the case of neurodegenerative diseases.** Bordeaux, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1051/medsci/20173303013> . Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28367813/> . Acesso em: 24 mai. 2022.

DARNELL, D.; GILBERT, SF. **Neuroembryology.** *Wiley Interdiscip Rev Dev Biol.* 2017;6(1):10.1002/wdev.215. doi:10.1002/wdev.215

FERREIRA, F. G. M.; NACIF, M. S. **Manual de técnicas em Ressonância Magnética.** São Paulo: Rubio, 2011.

FILHO, E. P. A.; PEREIRA, F. C. F. **Anatomia geral.** INTA: Sobral, 2015.

GHIZZI, S. M. **Neuroimagem por ressonância magnética na identificação de alterações anatômicas e funcionais em pacientes com transtorno depressivo maior.** Florianópolis, 2021.

HAGE, M. C. F. N. S.; IWASAKI, M. **Imagem por ressonância magnética: princípios básicos.** Santa Maria, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/mmPL6rMp5vmPCRpmYH84Kbm/?lang=pt#> . Acesso em 25 out. 2022.

HERHOLZ, K. *et al.* **Brain Tumors.** Bethesda, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2012.06.001> . Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3925448/> . Acesso em: 24 mai. 2022.

KREBS, C. **Neurociências ilustrada.** Porto Alegre: Artmed, 2015.

MACHADO, A.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia funcional.** Atheneu: 3ª edição, 2015.

NADEL, J.; *et al.* **Emerging utility of applied magnetic resonance imaging in the management of traumatic brain injury.** Bethesda, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7930990/> . Acesso em 25 out. 2022.

PEREIRA, E. L. R.; *et al.* **A nova classificação OMS dos tumores do sistema nervoso. O que neurocirurgiões precisam saber.** Jornal Brasileiro de Neurocirurgia: Belém, 2018.

PEIXOTO, R. M. **Lesões encefálicas: definições, perspectivas e repercussão social**. Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-AAAQB2/1/vers_o_final_tcc.pdf . Acesso em: 25 mai. 2022.

ROCHA, Euclides T *et al.* **Novas técnicas de neuroimagem em psiquiatria: qual o potencial de aplicações na prática clínica?**. Revista Brasileira de Psiquiatria: maio 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-44462001000500017&script=sci_ar_text&lng=em. Acesso em: 18 mai. 2022.

SILVA, B. V. **Diagnóstico da doença de Parkinson por meio das técnicas de imagem**. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2017.

Disponível em: <https://www.ibmr.br/files/tcc/diagnostico-da-doenca-de-parkinson-por-meio-das-tecnicas-de-imagem-beatriz-vieira-da-silva.pdf> . Acesso em: 26 mai. 2022.

SILVEIRA, F. M.; SAMUEL, B. **Embriologia do sistema nervoso central: aspectos clínicos**. Revista Científica Cognitionis: abril 2021. Disponível em: https://unilogos.org/revista/wp-content/uploads/2021/04/EMBRIOLOGIA-DO-SISTEMA-NERVOSO-CENTRAL-ASPECTOS-CLINICOS_-DOI82.pdf . Acesso em 25 mai. 2022.

THOMAZ, N. **Segurança para pacientes e equipe de ressonância magnética: boas práticas do Tecnólogo em Radiologia na segurança do setor**. Florianópolis, dezembro de 2017.

XAVIER, J. M. F. B. M. **Anatomia da doença de Alzheimer: correlação entre perfil neuropsicológico e imagem**. Universidade do Porto: Porto, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/71953/2/30671.pdf> . Acesso em 25 mai. 2022.

JACK, C. R.; BENNETT, D. A.; BLENNOW, K.; *et al.* **Estrutura de pesquisa NIA-AA: em direção a uma definição biológica da doença de Alzheimer**. Bethesda, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5958625/> Acesso em 16 nov. 2022.

JACK, C. R.; BARNES, J.; BERNSTEIN, M. A.; *et al.* **Magnetic resonance imaging in ADNI**. Bethesda, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4523217/> Acesso em 16 nov. 2022.

PÉРАН, P.; CHERUBINI, A.; ASSOGNA F.; *et al.* **Magnetic resonance imaging markers of Parkinson's disease nigrostriatal signature.** Oxford, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/brain/article/133/11/3423/313450?login=false> Acesso em 17 nov. 2022.

LAUTERBUR, P.C. **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.

MENDONÇA, R. et al. **Fundamentos da ressonância magnética** 1996. [p. 29]. Apostila.

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.

MAGALHÃES, A.C.A. **Ressonância magnética do sistema nervoso central** São Paulo: Atheneu, 1999. p.1-26.

ANDRADE, A. F. et al, **Mecanismos de Lesão Cerebral no Traumatismo Cranioencefálico.** Revista da Associação Médica Brasileira, 2009

KOCAK, M. **Ressonância magnética.** University Medical Center, 2021. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/t%C3%B3picos-especiais/princ%C3%ADpios-de-imagens-radiol%C3%B3gicas/resson%C3%A2ncia-magn%C3%A9tica> Acesso em: 23 nov. 2022.

YOUNG, P.A.; YOUNG, P.H.; TOLBERT, D.L. **Neurociência clínica básica.** São Paulo. Manole 3ª edição, 2018.

SOARES, F. **Escala de glasgow: confirma o que mudou.** COFEN, Governo Federal, Brasil, 2018. Disponível em: <http://biblioteca.cofen.gov.br/escala-de-coma-de-glasgow/> Acesso em: 24 nov. 2022.

FALEIRO, R.M.; MARTINS, L.R.V. **Craniotomia descompressiva: indicações e técnicas.** Revista Médica de Minas Gerais, MG, Volume 24.4, 2014. Disponível em: <http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/1712> , Acesso em: 24 nov. 2022.

CONSENZA, R.M. **Fundamentos de Neuroanatomia, 4ª edição.** Guanabara, 4º ed. Rio de Janeiro, 2012.

FICEL, M.O. **Ressonância nuclear magnética: conceito.** Difusão, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.tecnologiaradiologica.com/index.html#inicio> , Acesso em 24 nov. 2022.

IYAPPAN, A. et al. **Neuroimaging feature terminology: A controlled terminology for the annotation of brain imaging features.** Journal of Alzheimer's Disease, IOS Press, v. 59, n. 4, p. 1153–1169, 2017.

MOFRAD, S.A.; et al. **Cognitive and MRI trajectories for prediction of Alzheimer's disease.** Bethesda, EUA, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7822915/> Acesso em 24 nov. 2022

LOUIS, D.N.; et al. **The 2016 world health organization classification of tumors of central nervous system: a summary.** Acta neuropathol, 2016.

YAO, A.; et al. **Can MRI predict meningioma consistency? A correlation with tumor pathology and systematic review.** Rev. Neurosurg, 2016.

AMARAL, L.L.F.; FRAGOSO, D.C.; ROCHA, A.J. **Aumento da detecção das placas desmilitinantes agudas: qual aquisição de ressonância magnética ponderada em t1 é a mais sensível em demonstrar impregnação pelo gadolínio?.** São Paulo, SP, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/YBjycx5XNMdJnq7dGxVhDKs/abstract/?lang=pt> Acesso em 24 nov. 2022.

POLITIS, M. **Neuroimaging in Parkinson disease: from research setting to clinical practice.** Nat Rev Neurol. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25385334/> , Acesso em 25 nov. 2022.

POLITIS, M.; et al. **Parkinson's disease symptoms: the patient's perspective.** Mov Disord. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20629164/> Acesso em 25 nov. 2022.

LA FERLA F. M. **Preclinical success against Alzheimer's disease with an old drug.** *N Engl J Med.* 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22873540/> Acesso em 25 nov. 2022.

CULLEN, K. M.; KÓCSI, Z.; STONE, J. **Pericapillary haem-rich deposits: Evidence for microhaemorrhages in aging human cerebral cortex.** *J Cereb Blood Flow Metab.* 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15917745/> Acesso em 25 nov. 2022.

PAGANO, G.; NICCOLINI, F.; POLITIS, M. **Imaging in Parkinson's disease.** Clin Med (Lond). 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6280219/#R2> Acesso em 25 nov. 2022.

ALUDIN, S.; SCHIMILL, L. P. A. **MRI signs of Parkinson's disease and atypical parkinsonism.** Thieme Journal. 2021. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/a-1460-8795?articleLanguage=en>
Acesso em 25 nov. 2022.

VILLANUEVA-MEYER, J. E.; MABRAY, M. C.; CHA, S. **Current clinical brain tumor imaging.** Bethesda, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5581219/> Acesso em 25 nov. 2022.

MILLARD, N. E.; BRAGANÇA, K. C.; **Medulloblastoma.** Bethesda, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4995146/> Acesso em 19 dez. 2022.