

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, CÂMPUS BOTUCATU

JÚLIA REZENDE ROLIM E SILVA
Orientadora: Prof^a. Associada Diana Rodrigues de Pina

**PROTOCOLOS DE ROTINA EM RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
PARA EXAMES DE ENCÉFALO REALIZADOS NO HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DE BOTUCATU (HCFMB-UNESP)**

Botucatu - SP
2023

JÚLIA REZENDE ROLIM E SILVA

**PROTOCOLOS DE ROTINA EM RESSONÂNCIA MAGNÉTICA PARA
EXAMES DE ENCÉFALO REALIZADOS NO HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DE BOTUCATU (HCFMB-UNESP)**

Trabalho apresentado no curso de graduação em Ciências Biomédicas nível Bacharelado, na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Câmpus Botucatu.

Orientadora: Prof^a. Associada Diana Rodrigues de Pina

BOTUCATU - SP
2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA ANDRADE CRUZ E SANTOS-CRB

Silva, Júlia Rezende Rolim.

Protocolos de rotina em ressonância magnética para exames de encéfalo realizados no Hospital das Clínicas de Botucatu (HCFMB-UNESP) / Júlia Rezende Rolim Silva. - Botucatu, 2023

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biomédicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Diana Rodrigues de Pina

Capes: 40106004

1. Encéfalo. 2. Diagnóstico por imagem. 3. Protocolos. 4. Ressonância magnética.

Palavras-chave: Encéfalo; Imagenologia; Protocolos; Ressonância magnética.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha família, aos meus pais Elaine e Wagner e a minha avó Cida, que sempre acreditaram em mim e me deram apoio e sustento durante esses anos de graduação, fazendo mais do que podiam para que eu concluísse com êxito essa fase.

Agradeço às duas melhores amigas que fiz nesses anos: Inara, que dividiu o lar comigo durante quatro anos e que não poderia ter sido outra pessoa melhor, e Vitória, que esteve comigo todos os dias integralmente naquele campus do IB, e à distância também quando a pandemia nos ajustou ao EAD, obrigada por terem sido por muitas vezes meu ponto de acolhimento. Sou grata ao meu namorado, Paulo Víctor, que além de meu admirador sempre me impulsionou ao sucesso.

Agradeço também a minha Kaya, gatinha que eu adotei no primeiro ano da faculdade e que desde então nunca me deixou sozinha, obrigada por ter me encontrado.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a UNESP por ter me proporcionado uma nova versão de mim mesma, com novos sonhos e novas formas de pensar. Levo para sempre comigo o lema “*uma vez unespiana, para sempre unespiana*”. Dentro da universidade também conheci pessoas que devo minha gratidão: primeiramente a minha orientadora, professora Diana, que muito prestativa sempre atendeu aos meus chamados e necessidades, e que foi a ponte para que eu conhecesse a equipe que me ensinou tudo o que sei hoje sobre a área de imagenologia. Agradeço imensamente aos biomédicos que trabalharam comigo durante as 1005 horas de estágio, me dando a direção e o conhecimento necessário para adentrar no mundo do diagnóstico por imagem. Meus agradecimentos também aos enfermeiros e todos os profissionais incríveis e que me mostraram de perto o atendimento humanizado e responsável dentro do hospital, me cativando e tornando mais fácil esse processo de aprendizado.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	8
2.1 A HISTÓRIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA	8
2.2 A IMPORTÂNCIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA	9
2.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA	10
2.4 OS EQUIPAMENTOS	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Protocolo Rotina sem contraste	17
Tabela 2 - Protocolo Rotina com contraste	19
Tabela 3 - Protocolo Tumor	19
Tabela 4 - Protocolo Neuroinfecção	22
Tabela 5 - Protocolo Epilepsia	23
Tabela 6 - Protocolo Demência	25
Tabela 7 - Protocolo Hipófise	26
Tabela 8 - Protocolo Parkinson	27
Tabela 9 - Protocolo Esclerose Múltipla	29

RESUMO

Objetivo: Este trabalho tem como objetivo descrever as aplicações e particularidades necessárias de cada protocolo, bem como suas sequências, ponderações e parâmetros de imagem dos exames de rotina em ressonância magnética de encéfalo realizados no Hospital das Clínicas de Botucatu - HCFMB.

Metodologia: O setor de ressonância magnética do HCFMB possui 9 protocolos de rotina para exames de encéfalo. Em vista a quantidade de protocolos existentes, é necessário que o operador de RM saiba associar o protocolo adequado com o pedido de exame daquele paciente, para isso, é necessário o conhecimento da física da ressonância magnética, patologia e anatomia seccional. A coleta dos dados dos parâmetros das imagens foi obtida através do Arya, aplicativo de gestão em radiologia que coleta e armazena as imagens com qualidade no PACS. A pesquisa básica descrita neste estudo aborda de forma qualitativa e relaciona os dados para a interpretação, utilizando-se de referências bibliográficas para embasamento teórico.

Discussão: A variedade de protocolos de encéfalo a serem utilizados no Hospital das Clínicas de Botucatu – HCFMB, coloca à prova os conhecimentos por parte do operador sobre a física da RM, as particularidades do exame e aplicações corretas de cada parâmetro, sequências e ponderações da imagem. Além disso, nota-se a importância de um pedido de exame assertivo que oriente o operador da máquina a fazer a melhor escolha de conduta no exame.

Conclusão: O presente estudo descreve as aplicações e particularidades necessárias de cada protocolo, servindo como material de estudo para futuros estagiários do setor.

Palavras-chave: Ressonância magnética, protocolos, encéfalo.

ABSTRACT

Objective: This work aims to describe the necessary applications and particularities of each protocol, as well as their sequences, weights and image parameters of routine brain magnetic resonance imaging performed at Hospital das Clínicas de Botucatu (HCFMB).

Methods: The magnetic resonance sector of the HCFMB has 9 routine protocols for brain examinations. In view of the number of existing protocols, it is necessary for the MRI operator to know how to associate the appropriate protocol with the examination request of that patient, for this, knowledge of the physics of magnetic resonance imaging, pathology and sectional anatomy is necessary. Data collection of image parameters was obtained through Arya, a radiology management application that collects and stores high-quality images in the PACS. The basic research described in this study approaches qualitatively and relates data for interpretation, using bibliographical references for theoretical basis.

Discussion: The variety of brain protocols to be used at the Hospital das Clínicas de Botucatu, puts to the test the knowledge of the operator about the physics of MRI, the particularities of the exam and correct applications of each parameter, sequences and weighting of the image. In addition, it is noted the importance of an assertive examination request that guides the machine operator to make the best choice of conduct in the examination.

Conclusion: The present study describes the necessary applications and particularities of each protocol, serving as study material for future interns in the sector.

Keywords: Magnetic resonance imaging, protocols, brain.

1. INTRODUÇÃO

A imagem por ressonância magnética (RM) representa um marco na história do diagnóstico por imagem, representando uma forma não invasiva de analisar internamente o corpo humano. Em suma, a RM é definida pelas propriedades magnéticas do núcleo de hidrogênio, quando submetido a um campo magnético forte e excitados por pulsos de radiofrequência (RF), emitem rádio sinal, o qual pode ser captado por uma antena e transformado em imagem. Desde o ano de 1946, com os primeiros experimentos físico-químicos da ressonância magnética nuclear, a técnica de aquisição de imagens vem se desenvolvendo, o que torna atualmente o exame de RM imprescindível não só no diagnóstico e prognóstico, mas também no acompanhamento de lesões nos diversos tecidos humanos.

No que tange a área da neurologia, as imagens de ressonância de encéfalo e neuroeixo são de grande valor clínico para o diagnóstico e tratamento de doenças que atingem o sistema nervoso central (SNC) e periférico. As indicações para a realização do exame são diversas: neuroinfecções, tumores, lesões, distúrbios cognitivos, alterações vasculares etc., assim sendo necessária a existência de protocolos com algumas especificidades para a patologia a ser pesquisada, e esses devem ser padronizados para garantir a continuidade ao longo do tempo. Mudanças frequentes nos protocolos de imagem devem ser evitadas, pois podem confundir os técnicos que operam o equipamento de ressonância magnética.

No Hospital das Clínicas de Botucatu - HCFMB existem nove protocolos de rotina para exames de ressonância de encéfalo, o que coloca à prova os conhecimentos por parte do operador sobre a física da RM, as particularidades do exame e aplicações corretas de cada parâmetro, sequências e ponderações da imagem. Além disso, nota-se a importância de um pedido de exame assertivo que oriente o operador da máquina a fazer a melhor escolha de conduta no exame.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo descrever os protocolos realizados no setor de RM do HCFMB, embasando também os princípios físicos aplicados à ressonância magnética, tornando-se um material de estudo e apoio para os futuros estagiários que passarem pelo setor. Os valores dos parâmetros das sequências de cada protocolo foram obtidos por meio de levantamento de exames já realizados e armazenados no Arya, aplicativo de gestão em radiologia que coleta e armazena as imagens com qualidade no PACS (*Picture Archiving and Communication System*).

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 A HISTÓRIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

As imagens geradas pelos aparelhos de ressonância magnética revolucionaram o jeito de se fazer medicina, criando uma ferramenta diagnóstica que fosse além de uma inspeção médica por meio do tato ou que pudesse evitar procedimentos mais invasivos como cirurgias. As primeiras técnicas utilizadas no diagnóstico por imagem foram surgindo por volta de 1880, quando Nikola Tesla apresentou sua grande teoria do campo magnético rotativo.

Os estudos físicos e químicos sobre a ressonância magnética tiveram como pioneiros os cientistas Felix Bloch, da Universidade de Stanford, e Edward Purcell de Harvard, que em 1946 realizaram independentemente o primeiro experimento utilizando o fenômeno da ressonância magnética nuclear para o estudo qualitativo de compostos químicos através da espectroscopia. Baseados nas teorias de Joseph Larmor sobre a frequência angular de precessão dos spins nucleares, proporcionais à força de um campo magnético intenso, a descoberta rendeu o prêmio Nobel de Física em 1952, e foi um grande incentivo para o desenvolvimento de técnicas e aplicações da RM (BRASILRAD, 2014).

A primeira imagem gerada por ressonância magnética foi gerada somente no início da década de 70, quando o médico Raymond Damadian começou a explorar a aplicação da técnica para gerar imagens do corpo humano. Ele propôs que todos os tecidos teriam um tempo de relaxamento diferente, o que permitiria o uso de ressonância nuclear magnética como instrumento da detecção de cânceres internos no corpo, e ainda que esse parâmetro tissular era significativamente maior em tumores do que em tecido normal. Entretanto, os responsáveis pela primeira imagem gerada foram Paul Lauterbur, da Universidade de Illinois, e Peter Mansfield, da Universidade de Nottingham. Através do aperfeiçoamento da descoberta de Damadian, agrupando os princípios da tomografia computadorizada e aplicando os cálculos da transformada de Fourier, os dois cientistas conquistaram a imagem tridimensional de um dedo em 1976. Em 2003, Lauterbur e Mansfield ganharam, juntos, o prêmio Nobel de Medicina pelas suas descobertas em ressonância magnética (BRASILRAD, 2014).

2.2 A IMPORTÂNCIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

As imagens de ressonância magnética caracterizam uma revolução no diagnóstico por imagem, continuam se desenvolvendo e hoje são fundamentais para o diagnóstico e tratamento de doenças. No que se refere a área de neurologia, o exame de ressonância é frequentemente pedido para a análise anatomopatológica de doenças que atingem o sistema nervoso central e periférico. Além da característica numérica da imagem por RM, que a torna uma ferramenta preciosa da neurocirurgia, ela também fornece informações anatômicas acuradas, imagens em qualquer plano do corpo, bom contraste e resolução espacial que por si só podem sugerir um diagnóstico. Porém, não permite um diagnóstico histológico específico e deve ser interpretada em contexto com outros achados clínicos e patológicos (REIMER, 2010).

Algumas indicações para o exame de ressonância magnética de encéfalo são:

- Infecção, inflamação, meningite, encefalite
- Declínio cognitivo, distúrbios neurodegenerativos, demência
- Esclerose múltipla, doenças desmielinizantes
- Perda de consciência, convulsões, epilepsia
- Tumor cerebral, metástases, abscessos
- Anomalias congénitas
- Acompanhamento pós-operatório
- Patologias vasculares, hemorragia, lesão cerebelar, lesão do tronco encefálico
- Trauma, ataxia, cefaleias

A detecção de anormalidades em imagens de ressonância magnética é uma das tarefas mais desafiadoras na pesquisa de imagens médicas, devido à complexidade da estrutura anatômica do cérebro, variação de tamanho, localização e outros fatores como idade, sintomas do paciente etc. Sendo assim, o uso de protocolos de imagem permite a padronização de procedimentos e fluxo de trabalho, bem como a consistência da qualidade da imagem.

Neste trabalho, serão descritos 9 protocolos de exame de encéfalo, sendo esses os mais realizados na rotina do setor de ressonância do HCFMB. Tendo em vista a variedade de protocolos existentes, a escolha do protocolo ideal para a hipótese diagnóstica do paciente está intrinsicamente ligada a um pedido médico bem esclarecido e direcionado, dessa forma as imagens adquiridas podem responder todas as informações clínicas requisitadas.

2.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

A física da ressonância magnética aplicada à formação de imagens é complexa, uma vez que tópicos como eletromagnetismo, supercondutividade e processamento de sinais devem ser estudados em conjunto. Neste tópico do trabalho, iremos abordar resumidamente sobre os principais parâmetros da formação de imagem, para que adiante haja maior compreensão dos protocolos aqui descritos.

O princípio de obtenção das imagens por RM se baseia na interação dos prótons de hidrogênio do corpo do paciente com o alto campo magnético produzido pelo equipamento, e a aplicação de pulsos de radiofrequência, resultando em imagens de alta resolução e contraste entre os diferentes tecidos do corpo. Embora haja prótons em todos os átomos do corpo, os prótons de interesse para a RM são apenas aqueles que constituem o núcleo do átomo do hidrogênio, isso porque são os mais abundantes no corpo humano e possuem o maior momento magnético e, portanto, a maior sensibilidade a ressonância magnética.

Em primeira instância, é preciso pensar sobre as propriedades magnéticas do núcleo de hidrogênio, constituído de apenas um próton. O momento angular, ou também chamado spin, é uma propriedade da partícula que a faz girar em torno de seu próprio eixo, e por ser uma partícula carregada positivamente, gera um campo magnético próprio comportando-se como um ímã. Ao colocarmos o paciente no centro do magneto, os spins das moléculas de hidrogênio de seu corpo ficam sob influência de um campo magnético externo gerado pelo equipamento (B_0) causando um efeito a mais sobre os spins, o movimento de precessão. A frequência de precessão, ou frequência de Larmor (ω_L), é a frequência na qual os spins dos prótons giram em torno do eixo do campo magnético externo, e é proporcional ao campo magnético aplicado, por exemplo: a ω_L do hidrogênio num B_0 de 1.5 T é de aprox. 63 MHz, isto é, o spin dá 63 milhões de voltas em torno do B_0 por segundo (WESTBROOK, 2016).

A magnetização tissular resultante atinge um valor de equilíbrio (M_0), que é proporcional em intensidade ao campo magnético externo (B_0). M_0 aponta na mesma direção e no mesmo sentido do campo magnético principal, que é referido como eixo longitudinal ou eixo (z). Vale acrescentar que M_0 não pode ser medida enquanto estiver alinhada a B_0 , para isso, deve-se direcionar esse vetor para outro eixo, o eixo transversal, ou eixo (Xy), e a partir desse conceito surgem os parâmetros importantes na aquisição de imagens.

Ao aplicar um pulso de radiofrequência (RF), que excita os prótons e os desloca para fora de sua orientação de equilíbrio, faz-se com que ocorram dois fenômenos: a passagem de alguns prótons para o estado de maior energia e a precessão em fase desses prótons, desviando, dessa forma, o vetor de magnetização (M_0) para o plano transversal (M_{xy}). Novamente, num diagrama vetorial o vetor magnetização tem duas componentes: uma na direção vertical conhecida como vetor magnetização longitudinal (z) e uma componente no plano XY conhecida como vetor magnetização transversal, representados didaticamente pela Figura 1. A magnetização transversal é a componente da magnetização dos prótons que está perpendicular ao campo magnético externo e que gera um sinal de ressonância magnética que pode ser detectado pelo scanner de RM. Logo que o pulso de radiofrequência é desligado, os hidrogênios que foram promovidos do estado de baixa para o estado de alta energia retornam à posição de equilíbrio devolvendo para o ambiente a energia que absorveram. Este fenômeno é chamado de relaxação e é descrito por dois parâmetros: T_1 e T_2 . É importante salientar também que existem várias formas de aplicar um pulso de RF para excitar os núcleos, essas técnicas são chamadas de “sequências de pulso” e podem alterar os mecanismos de contraste. A mais comum é a spin-eco, mas também temos as sequências gradiente eco, turbo spin eco, sequência de recuperação de inversão, entre outras.

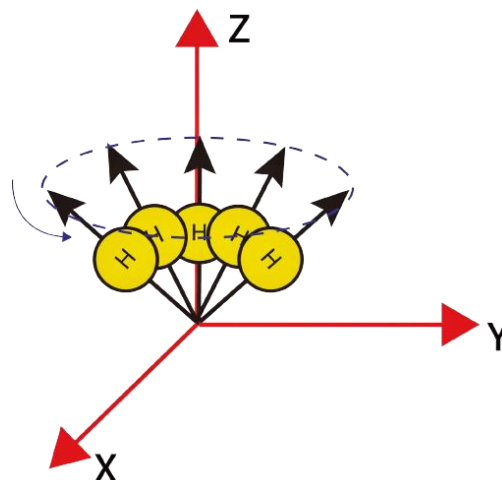


Figura 1- Representação do diagrama vetorial e do movimento de precessão do próton no eixo longitudinal (z)

O tempo de relaxação T_1 é o tempo necessário para que a magnetização longitudinal (eixo z) volte ao seu estado de equilíbrio após a aplicação do pulso de RF, mais especificamente, é o tempo que leva para que a excitação dos prótons seja perdida enquanto gradualmente a magnetização longitudinal recupera 63% de seu valor de equilíbrio (M_0). Já o tempo de relaxação T_2 é o tempo necessário para que a magnetização transversal (M_{xy}) se desintegre (WESTBROOK, 2016). Os tempos T_1 e T_2 traduzem o comportamento dos tecidos nas imagens e o contraste entre as estruturas, levando em consideração sua natureza, tamanho e frequência de movimento. A água é constituída de pequenas moléculas de hidrogênio que rotacionam muito rapidamente no ambiente, por outro lado, as moléculas de lipídio são estruturas grandes com elevado grau de inércia e movimento mais lento. Logo, a transferência da energia aplicada pelos pulsos de RF se manifesta de forma diferente nos tecidos

caracterizados por essas moléculas, a gordura consegue transferir a energia acumulada de forma muito mais eficiente que a molécula de água, logo, o vetor magnetização longitudinal da gordura se recupera mais rapidamente que o da água, temos então que o tempo T1 da gordura é menor do que o T1 da água. Essa diferença das frequências de precessão dos prótons de hidrogênio da água e da gordura, denominada deslocamento químico, é o que proporciona o contraste nas imagens. Em termos de imagem, a Figura 2 demonstra as características de contraste de cinza nas ponderações T1, onde a água apresenta-se com hipossinal e gordura com hipersinal e, nas ponderações T2, apresenta-se com hipersinal e gordura com hipossinal.

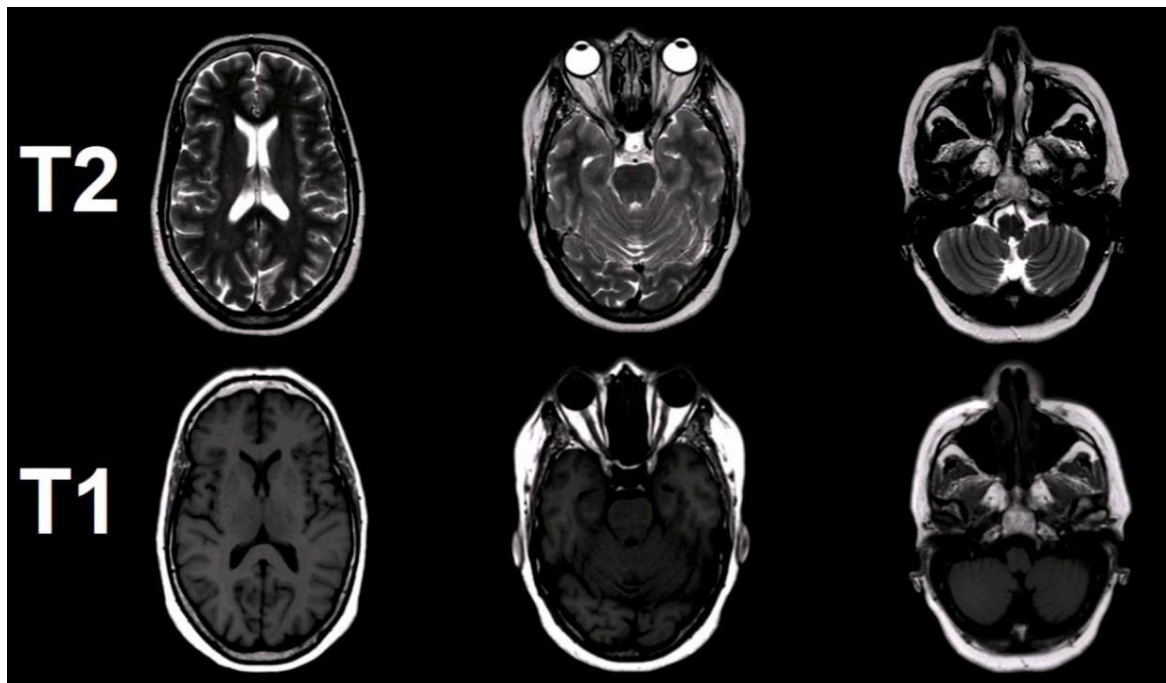


Figura 2 - Cortes axiais de encéfalo em T2 (fileira superior) e T1 (fileira inferior).

Outros dois parâmetros que influenciam a aparência das imagens geradas são o TR (tempo de repetição) e o TE (tempo de eco), ambos são propriedades extrínsecas, ou seja, são controladas e ajustadas pelo operador do aparelho de RM. A escolha de um desses parâmetros coloca mais “peso” em T₁ ou em T₂. O TR define o intervalo de tempo entre dois pulsos consecutivos de radiofrequência, enquanto o TE define o intervalo de tempo entre o pulso de excitação e a leitura do sinal de eco, assim como exemplifica graficamente a Figura 3. O TR e o TE são ajustados de acordo com as propriedades físicas e químicas dos tecidos que estão sendo investigados e com o tipo de imagem desejada.

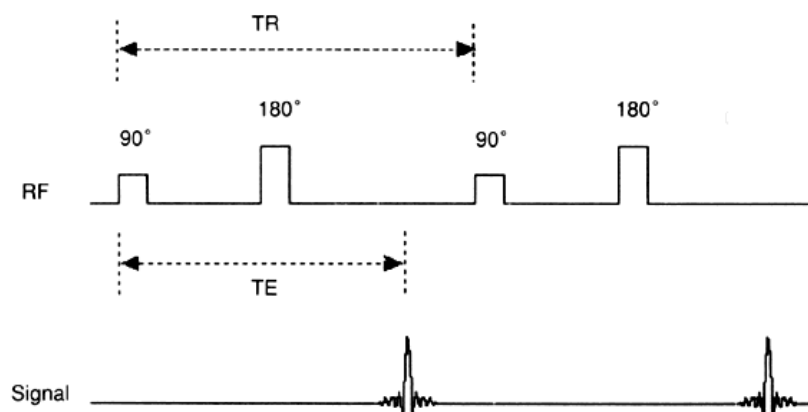


Figura 3 - Representação de TR e TE em uma sequência spin-eco.

Imagens ponderadas em T1 geralmente requerem um TR mais longo (por exemplo, 500-1000 ms) e um TE mais curto (por exemplo, 10-30 ms), enquanto imagens ponderadas em T2 geralmente requerem um TR mais curto (por exemplo, 2000-4000 ms) e um TE mais longo (por exemplo, 60-100 ms). O ajuste desses parâmetros influencia o contraste, a resolução e o tempo de aquisição das imagens. Um TR mais longo geralmente resulta em um sinal mais forte e em maior contraste entre tecidos com diferentes tempos de relaxamento, mas aumenta o tempo total de aquisição da imagem. Já um TE mais longo aumenta a sensibilidade para detectar água e líquidos, mas pode reduzir a resolução espacial (WESTBROOK, 2016).

A assim chamada conspicuidade (sinal da lesão versus sinal do tecido adjacente) pode ainda ser maximizada pela manipulação adequada dos parâmetros selecionáveis pelo operador. Sequências de pulso inadequadas podem diminuir a diferença entre a lesão e o tecido circundante, tornando difícil a detecção das lesões. Portanto, a escolha dos valores ideais para o TR e o TE depende da informação clínica desejada e da otimização do equilíbrio entre contraste, resolução e tempo de aquisição da imagem.

Em resumo, a aquisição de imagens por RM é constituída das seguintes etapas: o paciente é colocado no interior do magneto do equipamento (Figura 4); 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 em uma matriz.

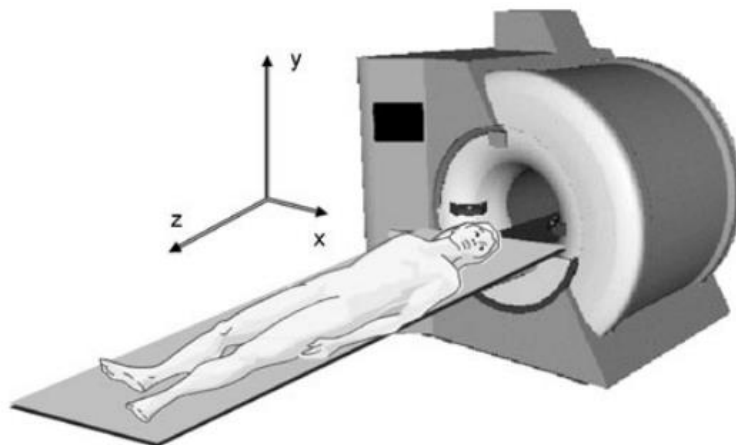


Figura 4 - Representação dos eixos em relação ao posicionamento no equipamento.

2.4 OS EQUIPAMENTOS

No setor de ressonância magnética do Hospital das Clínicas de Botucatu existem dois modelos de máquinas de exame: Siemens Verio 3T e a Philips Ingenia 1,5T (Figura 5). Em ambas são realizados exames de encéfalo, porém, em algumas particularidades e indicações médicas o equipamento de 3T se mostrava mais indicado para o procedimento.

Um sistema de RM é composto basicamente dos seguintes módulos fundamentais: o magneto, as bobinas de gradiente, bobinas de radiofrequência, o sistema receptor de imagem e o computador da sala de estação.



Figura 5 - Equipamentos de RM presentes no HCFMB: modelo da Siemens 3.0T à esquerda e Philips 1,5T à direita.

Uma medida da qualidade da imagem na geração de imagens é a relação entre o sinal adquirido e o ruído de fundo, a chamada relação sinal-ruído (SNR). Em uma primeira

aproximação, este SNR escala com a intensidade do campo. Esta é a principal razão pela qual uma força de campo mais alta é desejável (BUCHANAN, 2021). O sinal mais alto pode ser utilizado para obter qualidade de imagem para uma maior confiança no diagnóstico ou para utilizar métodos para reduzir o tempo de medição (que geralmente está correlacionado com uma perda de SNR).

A ressonância magnética do cérebro a 3,0 T fornece uma relação sinal-ruído mais alta e permite uma resolução espacial melhorada (cortes mais finos, matriz mais alta). A ressonância magnética do cérebro em 3 T é superior na detecção e caracterização precisa de lesões cerebrais estruturais (REIMER, 2010). Em comparação na Figura 6 com as imagens de RM de 1,5 T, as imagens de 3 T do cérebro inteiro são de melhor qualidade e podem ser realizadas com cortes mais finos.

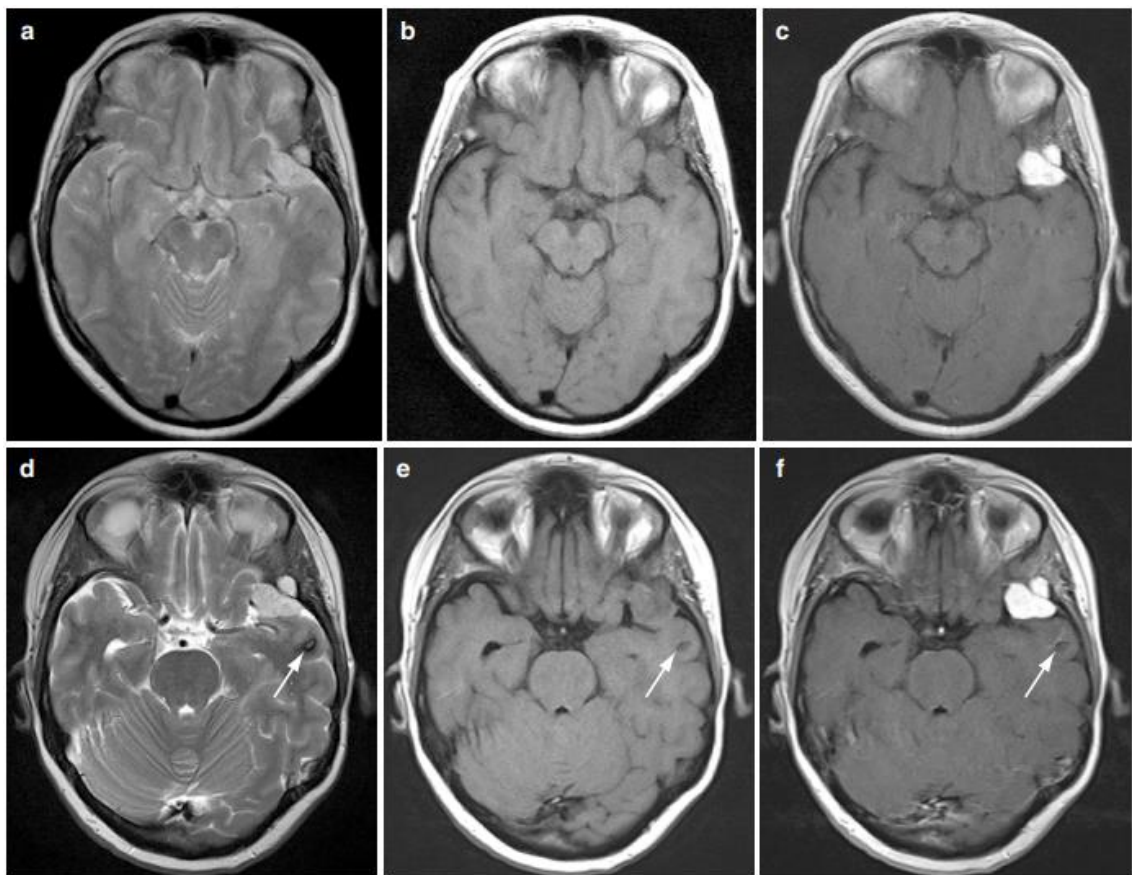


Figura 6 - Comparação de detecção de lesão sob aparelho de 1,5T (a-c) e 3.0T (d-f). Lesão em hiposinal no lobo temporal esquerdo (seta) se mostra mais aparente no aparelho 3.0T (REIMER, 2010)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

OS PROTOCOLOS ROTINA DE ENCÉFALO

O exame de ressonância magnética tem seu início muito antes do protocolo ser executado. Para um exame bem realizado, é imprescindível que o paciente esteja bem orientado e posicionado no equipamento. Após passar pela triagem, onde o paciente responde um questionário e consente com as condições do exame, ele é preparado e orientado à sala de ressonância, onde será posicionado.

O paciente deve ser colocado em posição supina, com uma vista anterior, e seu crânio deve ser centralizado e imobilizado com ajuda de almofadas dentro da bobina dedicada ao exame de encéfalo, o protetor auricular deve ser obrigatoriamente fornecido, assim como uma campainha de emergência disponível em uma das mãos para possíveis intercorrências durante o procedimento. Após o posicionamento, demonstrado na Figura 7, o localizador do feixe de laser deve ser centralizado no ponto de referência, no caso de exames de encéfalo, a luz de alinhamento horizontal passa na altura dos supercílios, enquanto a linha longitudinal acompanha a linha média, paralela à mesa de exame.



Figura 7 - Paciente posicionado com bobina de crânio para realização do exame de encéfalo. Fonte: MRI Master

Fornecer o máximo de conforto ao paciente aumenta as chances de um exame de boa qualidade, menos artefatos e com menor duração. Isso inclui assegurar-se de que o paciente estará relaxado e bem informado sobre o prosseguimento do exame, pois muitos apresentam insegurança e ansiedade ao aparelho de ressonância. Se houver o caso de necessidade de acompanhante na sala, como em casos comuns de pacientes claustrofóbicos ou crianças, esse deve também estar devidamente aconselhado.

Uma das vantagens em neuroimagem que a RM apresenta diante da tomografia computadorizada, além da melhora da resolução, é a possibilidade de produzir imagens nos

planos sagital e coronal (Figura 8), enquanto a tomografia produz imagens somente no plano axial.

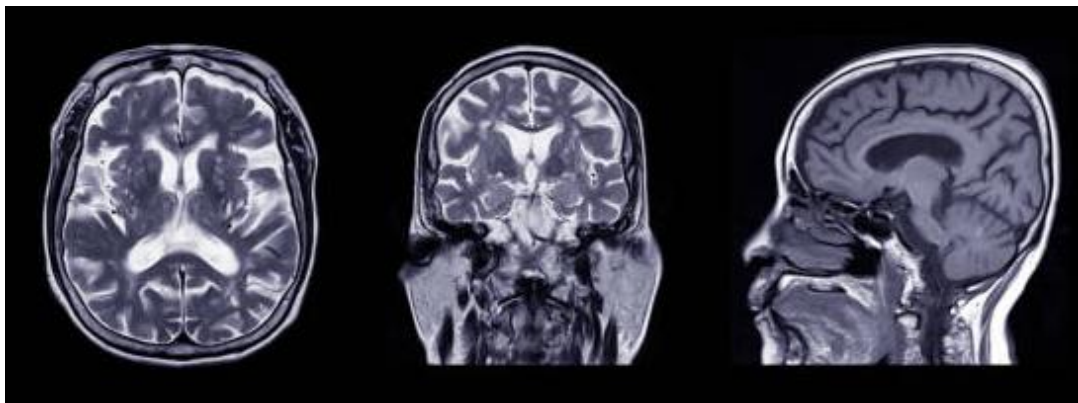


Figura 8 - Planos anatômicos do encéfalo: axial, coronal e sagital respectivamente.

Os nove protocolos de rotina que são realizados no setor de Ressonância Magnética do HCFBM estão descritos a seguir. Serão apresentadas as sequências executadas, suas ponderações e os parâmetros TR e TE, propriedades extrínsecas da imagem passíveis de ajustes pelo operador do aparelho de RM.

1) Protocolo Rotina (sem contraste):

Ao começo de todo protocolo, são geradas imagens de localização nos três planos, em baixa resolução e ponderadas em T1, a aquisição leva por volta de 25 segundos e posteriormente é possível planejar as próximas sequências.

O protocolo sem contraste é mais simplificado e leva cerca de 15 minutos para ser executado, compreende um grupo de sequências básicas, como uma abordagem útil ao gerar imagens do cérebro quando nenhuma condição específica está sendo procurada, como por exemplo uma investigação de cefaleia, sem muitas particularidades, mas que ainda produza uma imagem com qualitativos para o diagnóstico (RAMGOPAL, 2020). Além disso, esse tipo de protocolo forma a base de muitos outros protocolos mais específicos simplesmente adicionando uma sequência ou duas.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Sem C+	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		COR T2	6930	96	
		DIFUSAO	2700	96	

		AX T2 SWI	28	20	
--	--	-----------	----	----	--

Tabela 1 - Protocolo Rotina sem contraste

Algumas sequências devem ser destacadas:

- FLAIR: essa sequência de inversão proporciona uma aquisição com supressão do sinal do líquido, gerando imagens com bastante contraste entre a substância cinzenta e a substância branca, que pode ser útil na investigação de lesões periventriculares ou de medula, assim como a avaliação de distúrbios da substância branca, doença crônica de pequenos vasos e doenças de desmielinização. Fisicamente, utiliza um T1 longo (1700-2200 ms), correspondente ao ponto nulo do líquido, de modo que o pulso de excitação especificamente anule o sinal do líquido (WESTBROOK,2016).
- DIFUSÃO (DWI): essa sequência chamada Diffusion Weighted Imaging, imagem ponderada em difusão, é importante na investigação de AVC recente, efeitos de hipóxia em pacientes pediátricos e também para analisar padrões de mielinização. Demonstram áreas com restrições à difusão de água extracelular, como o tecido infartado, a quantidade de atenuação é alterada pela seleção de um valor de b, expresso como s/mm², que quanto maior, mais ponderada em difusão, apresentando mais ruídos mas evidenciando mais a restrição (WESTBROOK,2016)..
- SWI: A Imagem Ponderada em Susceptibilidade (SWI) mostra as diferenças entre regiões que contêm produtos sanguíneos paramagnéticos desoxigenados (desoxihemoglobina, metemoglobina intracelular e hemossiderina) e o tecido circundante, assim como revela a presença de depósitos de minerais como o cálcio (diamagnético) e o ferro (paramagnético). As imagens de fase são fundamentais para a distinção de vascularização tumoral e calcificação, ambas hipointensas nas imagens, permitindo a visualização in vivo da arquitetura do sistema venoso profundo e assim diagnosticar possíveis microhemorragias, malformações vasculares (MAV), hemorragias subaracnoideas, cavernomas, trombozes cerebrais etc. (WESTBROOK,2016).

2) Protocolo Rotina C+ (com contraste):

Os exames com administração endovenosa de contraste são aqueles com indicação para processos patológicos como tumores, inflamações, infecções e lesões pós-traumáticas. O gadolínio (Gd) é uma substância paramagnética e caracteriza o meio de contraste positivo mais utilizado na RM, demonstrando grande valor nas imagens do SNC pela sua capacidade de

penetrar a barreira hematoencefálica. O Gd atua como agente de realce para T1, sendo então necessário uma sequência ponderada em T1 após administração do contraste.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Com C+	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		COR T2	6930	96	
		DIFUSAO	2700	96	
		AX T2 SWI	28	20	
		SAG T1 3D C+	1900	2,47	
		AX T1 FS C+	814	6,4	

Tabela 2 - Protocolo Rotina com contraste

A sequência Axial T1 FS após a injeção de contraste apresenta uma técnica de supressão da gordura, *fat-sat* (FS), isso devido ao hipersinal da gordura que domina fortemente as imagens ponderadas em T1, exigindo a utilização de métodos de saturação que reduzam a relação contraste-ruído de toda a imagem, preservando a relação no componente do sinal da água, o que é relevante para o diagnóstico. A frequência selecionada excita o próton de gordura e depois a água em tempos diferentes; esta diferença de tempo faz com que haja um contraste de imagem, pois uma começa antes que a outra seja lida pelo sistema (MA, Jingfei, et al., 2006).

3) Protocolo Tumor:

Como já mencionado anteriormente, a administração de contraste é indicada para avaliação de tumores, com exceção de tumores benignos. O protocolo a seguir tem duração aproximada de 27 minutos e se diferencia do protocolo com contraste (2) por duas aquisições adicionais: a perfusão e a espectroscopia.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Tumor	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX FLAIR	9000	80	
		COR T2	6560	96	
		DIFUSAO	2700	96	
		AX T2 SWI	28	20	

		AX T2	5540	96	
		PERFUSÃO	1980	30	
		SAG 3D C+	1900	2,47	
		AX T1 FS C+	814	6,4	
		ESPECTROSCOPIA			

Tabela 3 - Protocolo Tumor

Para a avaliação de tumores de natureza já conhecida não utiliza a espectroscopia, que serve justamente para caracterizar alguns metabólitos da lesão auxiliando na sua identificação. A técnica de espectroscopia por ressonância faz análises quantitativas de cada metabólito, exibindo um espectro característico de acordo com as frequências de ressonância de seus prótons, o que permitirá sua identificação pela posição dos picos no gráfico, em partes por milhão (ppm), como mostrados na Figura 9. Tumores cerebrais com características de neoplasia maligna como glioblastomas, astrocitomas e meningiomas anaplásicos apresentam perfil alterado das concentrações de algumas substâncias. Os principais metabólitos detectados na espectroscopia são:

- N-Acetilaspato (NAA)
- Colina (Cho)
- Creatina (Cr)
- Lactato
- Glutamato (Glu) e Glutamina (Gln)

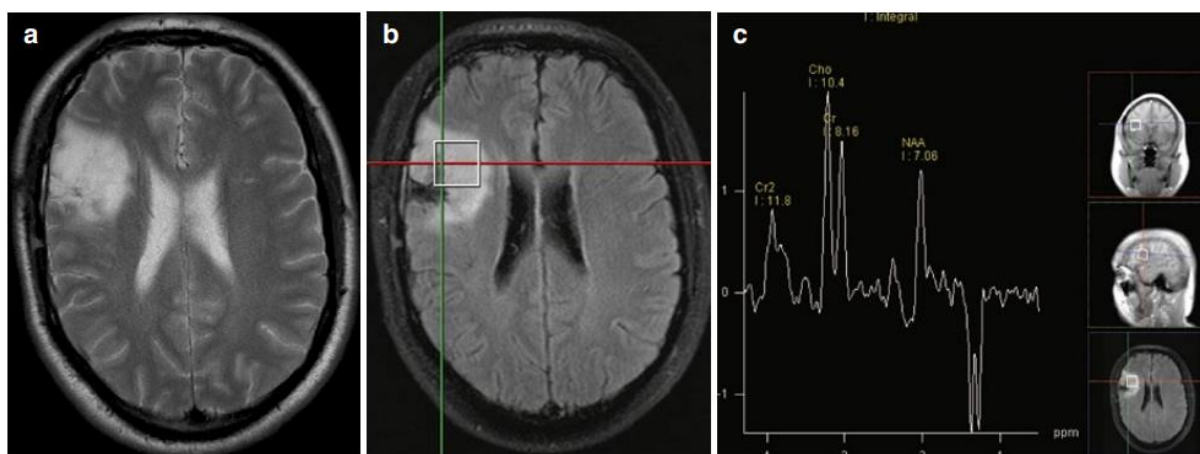


Figura 9 - Espectroscopia e gráfico resultante, representando os metabólitos da lesão por astrocitoma no lobo frontal direito. O gráfico demonstra um aumento de colina (Cho) e decaimento de N-acetilaspato (NAA) (REIMER, 2010)

A sequência de perfusão é executada com a injeção dinâmica do contraste e as imagens são adquiridas em tempo real, permitindo medir o comportamento da infiltração de primeira passagem do gadolínio no leito capilar. Essa técnica auxilia a caracterizar a natureza da lesão,

a presença de neovasos e o estudo precoce de pacientes com acidente vascular encefálico agudo, no contexto de se encontrar a área de parênquima cerebral ainda viável. A Figura 10 traz os quatro mapas coloridos produzidos pela perfusão que traduzem a captação de contraste no tecido, analisando fluxo, tempo, e velocidade, são eles: volume sanguíneo cerebral (CBV), fluxo sanguíneo cerebral (CBF), tempo até o pico (TTP) e tempo médio de trânsito (MTT).

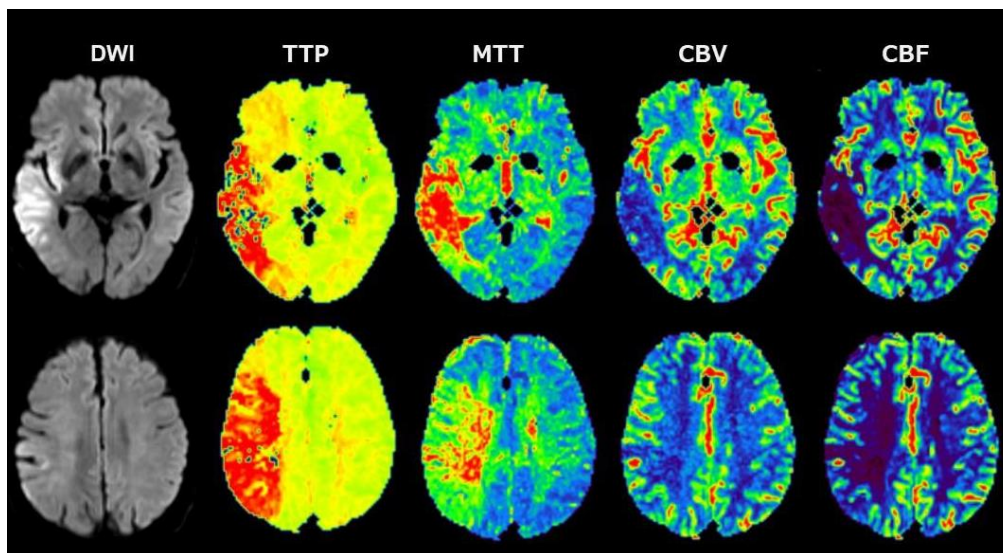


Figura 10 - Mapas de perfusão

Geralmente, em casos pós-operatório de tumores na perfusão não é necessária, porém, é importante estar atento à patologia da lesão e se essa apresenta potencial de recidiva. Nesses casos, é importante ter disponível o prontuário do paciente e os conhecimentos necessários que vão além do protocolo.

4) Protocolo de Neuroinfecção:

O protocolo de neuroinfecção tem tempo médio de 32 minutos, e faz o uso de contraste. Apesar do padrão ouro para diagnóstico de neuroinfecções ser exames laboratoriais, como cultura de sangue e análise do líquido cefalorraquidiano (LCR), os exames de neuroimagem são fundamentais para a avaliação do quadro clínico de pacientes com doenças infecciosas do SNC. Os achados da imagem podem sugerir um agente etiológico, além de avaliar a existência e a localização de lesões que direcionam os próximos passos do tratamento. O SNC pode ser afetado por diferentes patógenos: vírus, bactérias, fungos e parasitas, as manifestações clínicas resultam do efeito direto do patógeno e da reação inflamatória do hospedeiro, gerando certo dano tecidual. As bactérias geralmente se apresentam como meningites e abscessos, os vírus costumam manifestar-se por encefalites e meningites, já os fungos acometem mais frequentemente pacientes imunocomprometidos, na forma de meningite ou abscesso. As

infestações parasitárias apresentam, como exemplo mais conhecido no Brasil, as lesões parenquimatosas da cisticercose.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Neuroinfecção	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		COR T2	6560	96	
		AX CISS 3D	5,44	2,72	
		DIFUSAO	2700	96	
		AX T2 SWI	28	20	
		SAG FLAIR 3D C+	5000	395	
		SAG 3D C+	1900	2,47	
		AX T1 FS C+	814	6,4	

Tabela 4 - Protocolo Neuroinfecção

A sequência FLAIR possui grande relevância em diversas neuropatologias, pois geralmente apresentam hipersinal e evidenciam as lesões (SANTANA, 2020). Além dessa sequência, o protocolo de neuroinfecção realizado difere dos outros já citados pela sequência CISS.

Constructive Interference in Steady State Imaging (CISS) é uma sequência gradiente-eco usada para investigar uma ampla gama de patologias quando sequências de ressonância magnética de rotina não fornecem as informações anatômicas desejadas (HINGWALA, 2011). Em suma, a sequência gradiente eco permite uma magnitude constante de magnetização (estado estacionário) longitudinal e transversal após alguns períodos de TR, fazendo com que os tecidos com longos tempos de relaxamento T2 e curtos tempos de relaxamento T1 tenham a intensidade do sinal aumentada. Água e gordura possuem hipersinal, com excelente contraste entre o LCR, atribuindo um papel importante dessa sequência na avaliação de estruturas circundadas pelo líquido. Outras vantagens são a alta relação sinal/ruído e melhor relação contraste/ruído, além das imagens CISS não apresentarem artefatos significativos relacionados à suscetibilidade, movimento ou fluxo (HINGWALA, 2011).

A sequência CISS é amplamente utilizada na avaliação de nervos cranianos, entretanto, estudos mostram a relevância em neuro infecções parasitárias como a neurocisticercose (NCC) (GONÇALVES, 2011). A sequência possibilita a identificação do escólex dentro do cisto

cisticerco no parênquima cerebral, ventrículos ou cisternas, particularmente no primeiro estágio da doença, como observado na Figura 11, quando o cisticerco é antigenicamente inviável e nem realce nem edema são observados.

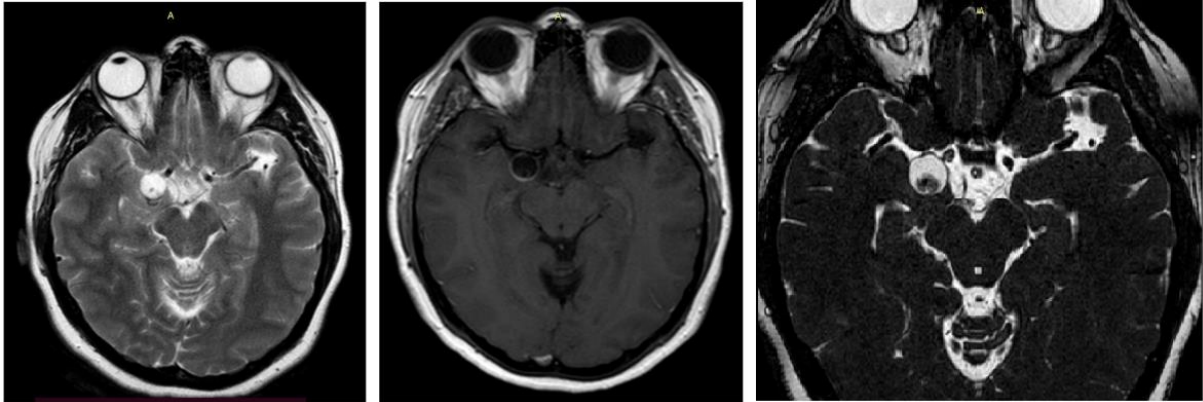


Figura 11 - Lesão cística de contornos regulares e bem delimitados, exibindo conteúdo com predominante hipersinal em T2, e com impregnação de contraste.

5) Protocolo de Epilepsia:

A RM tem um papel fundamental no diagnóstico de epilepsia parcial, sendo altamente sensível na detecção da esclerose mesial temporal (EMT) por meio de imagens de estudo do hipocampo.

A epilepsia é um dos distúrbios neurológicos mais frequentes na população, é caracterizada por crises epiléticas periódicas e clinicamente diagnosticada quando há ocorrência de pelo menos três crises recorrentes, que são resultantes de uma atividade elétrica anormal, podendo acometer uma ou mais áreas do córtex cerebral (PRADO, 2019). A epilepsia de lobo temporal (ELT) é a forma mais comum da doença, e pode ocorrer com ou sem esclerose mesial temporal (ELT) que é marcada pela atrofia do hipocampo, com consequente diminuição de seu volume visível nas imagens de RM, assim como o aumento de sinal da estrutura em T2 e FLAIR (SANTANA, 2020). O hipocampo é estrutura complexa do lobo temporal mesial e faz parte do sistema límbico e do circuito da memória, logo, a epilepsia compromete a função cognitiva, executiva, além de alterações no aprendizado e memória de forma crônica.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Epilepsia	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		COR T2 BLADE HIP	4000	135	

		COR STIR HIP	4300	76	
		COR FLAIR HIP	9000	80	
		DIFUSÃO	2700	96	
		AX T2 SWI	28	20	

Tabela 5 - Protocolo Epilepsia

O protocolo utiliza uma sequência coronal com saturação de gordura na região do hipocampo, o *short time inversion recovery* (STIR), a qual se baseia na recuperação rápida da magnetização longitudinal da gordura, isto é, seu curto T1. Dessa forma, suprime-se uniformemente o sinal de toda a gordura, incluindo a sua fração aquosa, evidenciando apenas a anatomia do hipocampo (Figura 12). Em outra sequência é aplicado a técnica BLADE (nome comercial da Siemens), que reduz drasticamente a sensibilidade ao movimento na varredura de RM.

A anatomia das estruturas têmporo-mesiais é mais bem demonstrada no plano coronal, com cortes coronais ou coronais-oblíquos, a programação no sagital deve ter os cortes abrangendo desde o corno temporal até o corno occipital do ventrículo lateral. O estudo do hipocampo pode ser importante, não só em epilepsia, mas também na doença de Alzheimer, esquizofrenia e outras doenças amnésicas (GAMBOA, 2019).

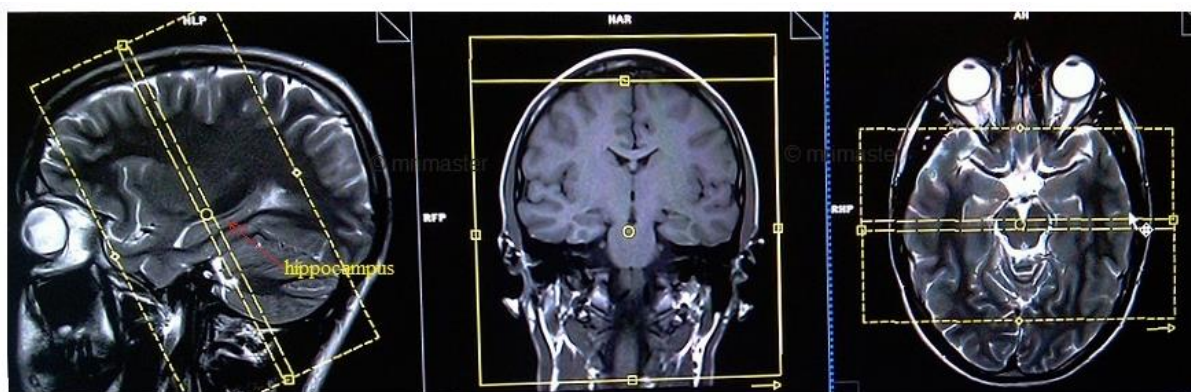


Figura 12 - Planejamento da sequência coronal dedicada ao estudo do hipocampo. Fonte: MRI Master.

6) Protocolo de Demência:

O protocolo de demência tem duração estimada de 24 minutos e é bastante similar ao protocolo de epilepsia citado anteriormente. A Doença de Alzheimer (DA) é uma patologia neurodegenerativa e a causa mais comum de demência, frequentemente associada à idade senil. Suas manifestações características compreendem um declínio cognitivo, principalmente o

comprometimento da memória recente, sintomas psicológicos e comportamentais como depressão, e deficiências de linguagem, que agravam de forma progressiva.

A escala de atrofia do lobo temporal medial é uma escala de classificação visual capaz de quantificar o grau de atrofia do hipocampo e tem alta sensibilidade para algumas doenças degenerativas do SNC, principalmente para o diagnóstico de demência por DA (VIANA, 2022). A neuroimagem é utilizada para reforçar o diagnóstico de pacientes com suspeita da doença, onde os hipocampos merecem atenção específica devido ao seu envolvimento na DA.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Demência	SAG T1 3D	1900	2,47	
		COR FLAIR HIP	9000	80	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		COR T2	6930	96	
		DIFUSAO	2700	96	
		AX T2 SWI	28	20	

Tabela 6 - Protocolo Demência

O corte coronal aplicado à visualização do hipocampo permite o estudo utilizando a escala de Schelten para atrofia hipocampal e atrofia cortical. A Figura 13 traz o escore MTA (Medial Temporal lobe Atrophy), também denominado escala de Scheltens, que é dado com base na análise visual da espessura da fissura coroídea, espessura do corno temporal e altura da formação hipocampal no corte coronal da RM (SCHILLING, 2022):

- Escore 0 = Sem LCR visível ao redor do hipocampo, sem atrofia
- Escore 1 = Fissura Coróide levemente alargada
- Escore 2 = Moderado alargamento da fissura coróide, leve aumento do corno temporal e leve perda do tamanho hipocampal
- Escore 3 = Marcado alargamento da fissura coróide, moderado aumento do corno temporal, moderada perda de volume hipocampal (redução da sua altura)
- Escore 4 = Marcado alargamento da fissura coróide, marcado aumento do corno temporal e o hipocampo é severamente atrofiado, sua estrutura interna é perdida.

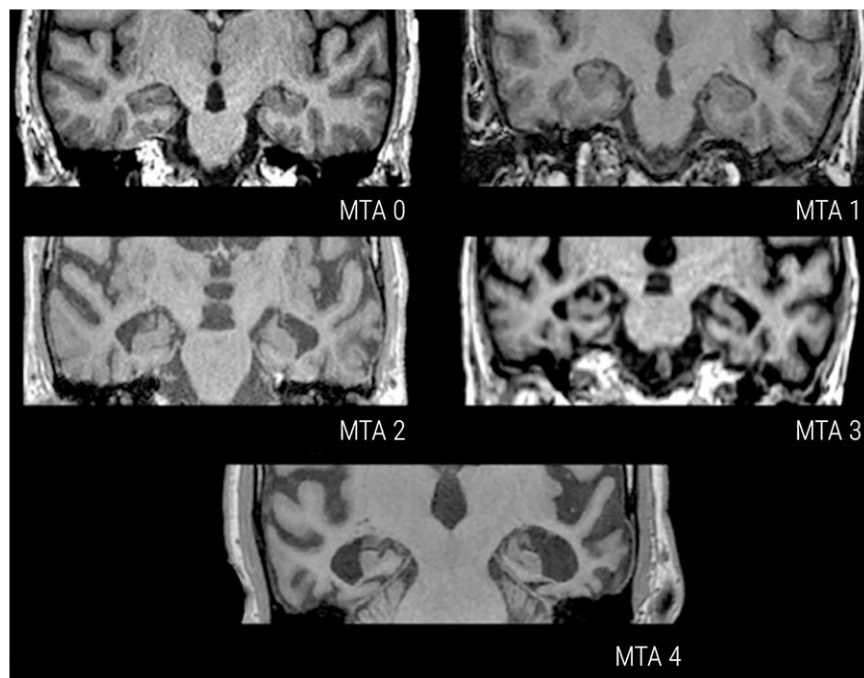


Figura 13 - Escore MTA/Escala de Scheltens

7) Protocolo de Hipófise:

O protocolo de hipófise é indicado para investigação de doenças relacionadas a função hipofisária como Doença de Cushing, acromegalia, prolactinomas, diabetes, ou para defeitos do campo visual e transtornos do hipotálamo. O protocolo dura cerca de 17 minutos e a injeção de contraste depende da hipótese diagnóstica a ser investigada, como microadenomas por exemplo.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Hipófise	AX FLAIR	8500	120	
		SAG T1 2mm	569,35	10,59	
		SAG T2 2mm	3000	120	
		COR T1 2mm	588,9	12,21	
		COR T2 2mm	3000	120	
		COR T1 (pré C+)	652	11	
		COR T1 (pós C+)	652	11	
		COR T1 2mm	588,9	12,21	
		SAG T1 2mm	569,35	10,59	

Tabela 7 - Protocolo Hipófise

A fossa hipofisária é uma estrutura pequena, dificultando a visualização de microadenomas, para isso, cortes finos de 2mm a 4mm de espessura são empregados, os cortes devem abranger toda a hipófise desde a borda anterior do seio esfenoidal até a borda anterior da ponte, englobando toda a região da sela túrcica (Figura 14). Além disso, é preciso usar uma matriz fina associada a manipulação de outros parâmetros para otimização de imagem e boa relação sinal-ruído (BONNEVILLE, 2016). A presença de alguns artefatos, como artefato de fluxo, é esperada neste protocolo devido a localização adjacente da fossa hipofisária ao Polígono de Willis.

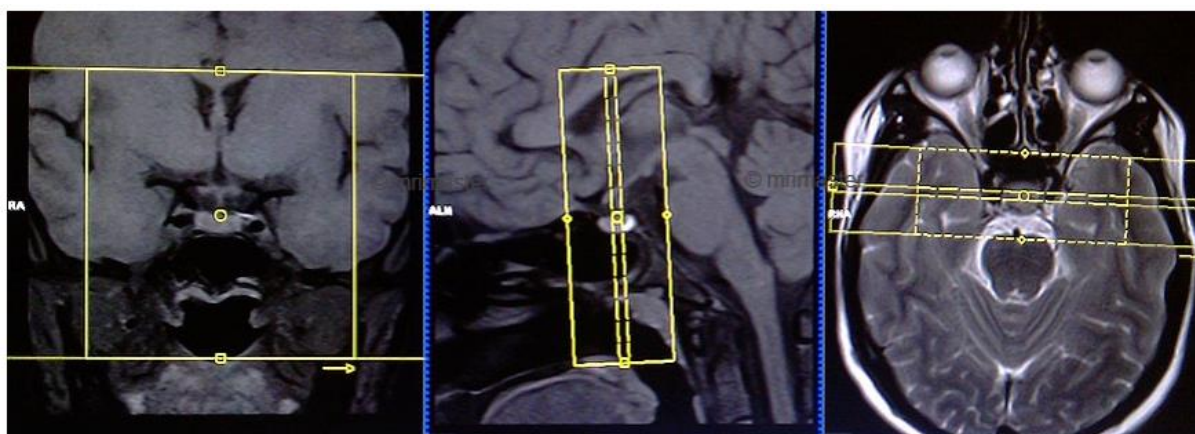


Figura 14 - Planejamento da sequência coronal da hipófise. Fonte: MRI Master.

8) Protocolo de Parkinson:

O protocolo de Parkinson dura em torno de 25 minutos e não necessita de injeção endovenosa de contraste. A Doença de Parkinson (DP) é definida como um distúrbio neurológico progressivo, caracterizado pela degeneração de neurônios da substância negra mesencefálica, principalmente a sub-região do nigrossoma-1, cuja função está relacionada ao processamento de informações neurais de função executiva, afetando a capacidade de movimento e equilíbrio, coordenação motora fina, dificuldade de articulação (SCHWARZ, 2014).

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Parkinson	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		COR T2	6930	96	

		DIFUSAO	2700	96	
		AX T2 SWI	28	20	

Tabela 8 - Protocolo Parkinson

Com o passar da idade, há aumento dos depósitos de ferro cerebral particularmente nos gânglios da base e níveis anormais de ferro no SNC são conhecidos em várias doenças neurodegenerativas, assim como na Doença de Parkinson. A sequência SWI (Figura 15) permite uma boa definição anatômica de estruturas mesencefálicas e suas conexões com outras regiões encefálicas (HALEFOGLU, 2018). Em pacientes portadores da DP, é demonstrado anormalidade de sinal na região do nigrossoma-1, conhecida na literatura médica como ausência do sinal da cauda da andorinha. Sendo assim, o exame de RM contribui para uma maior compreensão da etiopatogenia, progressão e até monitoração das respostas terapêuticas.

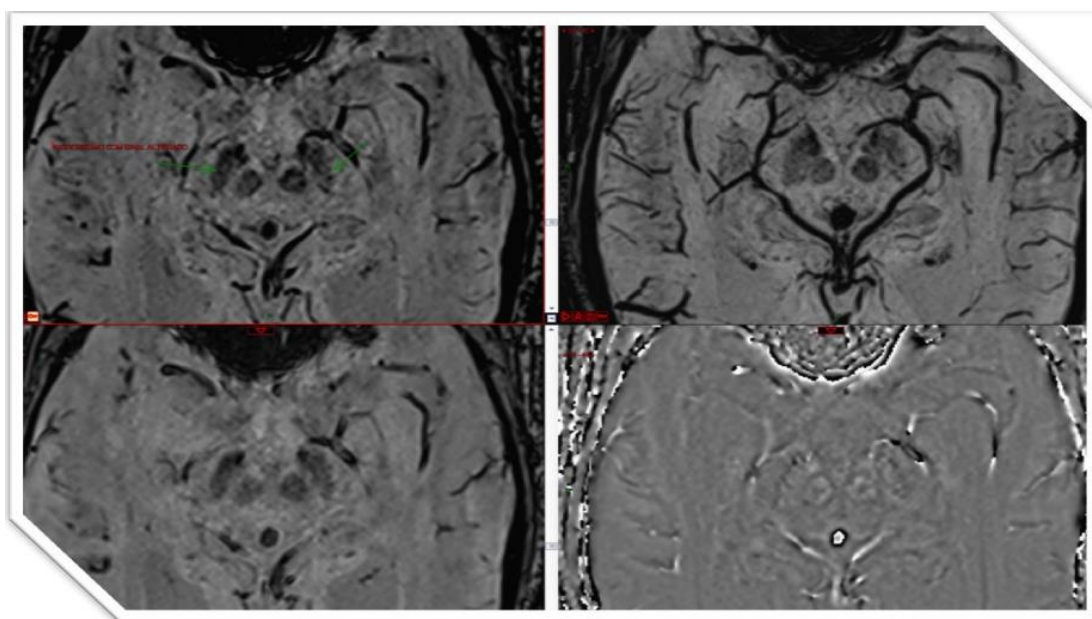


Figura 15 - Sequência SWI evidenciando hiposinal em substância negra, nigrossoma-1.

9) Protocolo de Esclerose Múltipla:

O protocolo para avaliação de Esclerose Múltipla tem duração de 25 minutos e faz o uso do contraste gadolínio. A esclerose múltipla (EM) é uma doença neurológica degenerativa considerada autoimune, onde o próprio sistema imunológico ataca a bainha de mielina que reveste os axônios dos neurônios, comprometendo as funções do SNC e com uma sintomatologia muito variável. A substância branca acometida apresenta áreas de inflamação, demielinização, perda axonal e gliose espalhadas pelo cérebro e medula espinhal. O exame de

RM possui um grande papel não apenas no diagnóstico da EM, mas também no monitoramento da progressão da doença e na elucidação do mecanismo histopatológico.

	PROTOCOLO	SEQUÊNCIAS	TR	TE	
	Esclerose Múltipla	SAG T1 3D	1900	2,47	
		AX T1 MT	477	9	
		SAG FLAIR	5000	395	
		AX FLAIR	9000	80	
		AX T2	5540	96	
		AX T2 SWI	28	20	
		DIFUSAO	2700	96	
		SAG T1 3D C+	1900	2,47	
		AX T1 C+ MT	477	9	

Tabela 9 - Protocolo Esclerose Múltipla

As lesões desmielinizantes da substância branca do cérebro são observadas em hipersinal nas sequências T2 e FLAIR, realçando também as lesões periventriculares e justacorticais. As sequências com transferência de magnetização (MT) também auxiliam no contraste e no realce de lesões de EM recorrente., a técnica consiste na supressão do tecido de fundo, com base nas diferenças de relaxamento entre os prótons da água livre e ligados a macromoléculas circundantes em diferentes ambientes, aumentando assim a visibilidade dos processos patológicos tornando possível quantificar através dos valores mensurados de MT características sugestivas de destruição tecidual da mielina ou componentes axonais. Já as ponderações em T1 após a injeção de gadolínio oferecem maior especificidade, importante na marcação da atividade inflamatória desmielinizante das placas no encéfalo ou na medula, sendo relevante para o acompanhamento da doença (AMB, 2012).

A apresentação de lesões periventriculares demonstradas na Figura 16 com focos orientados radialmente é uma descoberta exclusiva da EM, chamada por “dedos de Dawson” ou Dawson’s Fingers, correspondem ao padrão de desmielinização patológica (GONÇALVES, 2011). São lesões multifocais no tronco cerebral, no cérebro e na medula espinal que apresentam hipersinal nas sequências T2 e FLAIR e hipo a isossinal em T1.

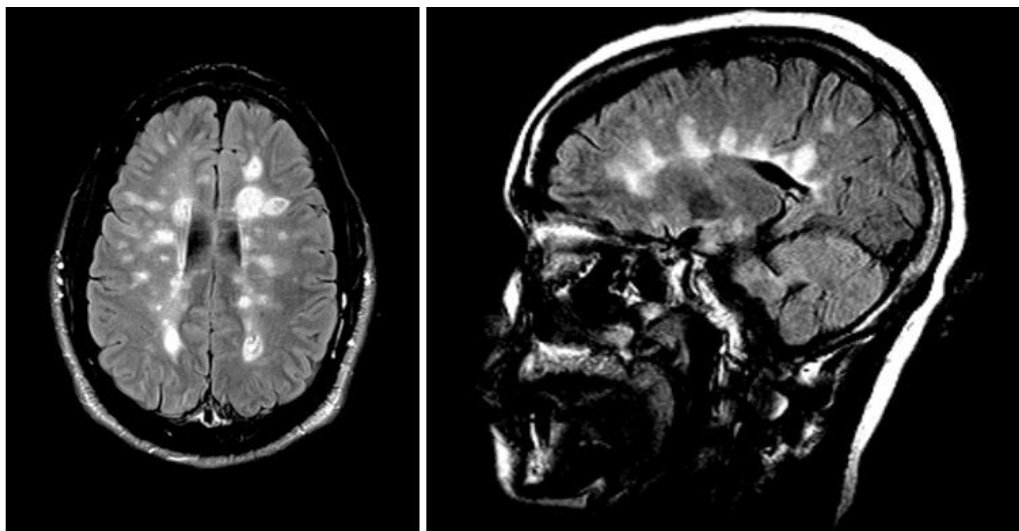


Figura 16 - sinal característico da EM, Dedos de Dawson.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O surgimento do equipamento de ressonância magnética e dos exames de neuroimagem permitiram revolucionar o modo de se conduzir um diagnóstico e tratamento na medicina. Além de se manter em constante desenvolvimento, a ressonância magnética possui atualmente um grande papel no diagnóstico de diversas doenças, e por trás das imagens produzidas existe um vasto campo de conhecimento que abrange a física, patologia, anatomia entre outros conceitos necessários para se tornar um bom operador do equipamento.

Pode-se concluir que a escolha certa de um protocolo de exame depende de fatores como: reconhecimento da patologia descrita na hipótese diagnóstica pelo biomédico que irá executar o procedimento, conhecimento sobre as particularidades do protocolo e da conduta a ser utilizada e além disso, como manusear corretamente os parâmetros de aquisição para uma imagem de qualidade. Deve-se sempre ter empatia e acolher o medo e a ansiedade que os indivíduos podem demonstrar ao entrar na sala de ressonância, pois um bom exame começa com o paciente bem informado e posicionado em seu máximo conforto.

A qualidade de imagem está por sua vez associada a qualidade e a magnitude do equipamento no qual será realizado o protocolo. É importante salientar que os equipamentos de RM, assim como outras tecnologias radiológicas diagnósticas, operam sob as normativas da RDC nº 330 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária pelo Ministério da Saúde. No Hospital das Clínicas de Botucatu o controle de qualidade dos equipamentos de RM é assegurado pelo Núcleo de Física Médica e Radioproteção (NFMRp), além do controle de qualidade de todos os equipamentos emissores de radiação ionizante, serviços e imagens em uso no Hospital.

Além do que diz respeito às obrigações do operador do equipamento, dentre as vastas doenças do encéfalo e do sistema nervoso central, pode-se constatar a necessidade de um pedido de exame assertivo para que a melhor escolha de protocolo seja feita. Toda a equipe multidisciplinar do setor deve exercer uma boa comunicação para que o ambiente de trabalho siga com excelência e entregando um bom serviço de saúde aos pacientes. Por fim, que esta monografia possa auxiliar nos estudos dos futuros estagiários do Departamento de Doenças Tropicais e Diagnóstico por Imagem na Faculdade de Medicina de Botucatu que passarem pelo no setor de ressonância magnética.

REFERÊNCIAS

BRASILRAD. Uma breve história da Imagem por Ressonância Magnética (MRI). Disponível em: <https://brasilrad.com.br/artigos/uma-breve-historia-da-imagem-por-ressonancia-magnetica-mri/>. Acesso em: 11 abr. 2023

FÍSICA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA. Bases Física da Ressonância Magnética. Disponível em: <http://fisicadaressonanciamagnetica.blogspot.com/2015/02/bases-fisica-da-ressonancia-magnetica.html>. Acesso em: 5 abr. 2023

WESTBROOK, Catherine. Manual de Técnicas de Ressonância Magnética. 4. ed.: Guanabara Koogan, 2016. 400 p.

REIMER, Peter, et al., organizadores. *Clinical MR Imaging*. Springer Berlin Heidelberg, 2010. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74504-4>.

BUCHANAN, Colin R., et al. “Comparison of Structural MRI Brain Measures between 1.5T and 3T: Data from the Lothian Birth Cohort 1936”. preprint, Radiology and Imaging, 26 de abril de 2021. DOI.org, <https://doi.org/10.1101/2021.04.23.21256000>.

RAMGOPAL, Sriram, et al. “Rapid Brain MRI Protocols Reduce Head Computerized Tomography Use in the Pediatric Emergency Department”. BMC Pediatrics, vol. 20, nº 1, dezembro de 2020, p. 14. DOI.org), <https://doi.org/10.1186/s12887-020-1919-3>.

HA, Ji Young, et al. “One-Minute Ultrafast Brain MRI With Full Basic Sequences: Can It Be a Promising Way Forward for Pediatric Neuroimaging?” American Journal of Roentgenology, vol. 215, nº 1, julho de 2020, p. 198–205. DOI.org, <https://doi.org/10.2214/AJR.19.22378>.

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS da Santa Casa de São Paulo, et al. “Aplicação de métodos de saturação de gordura por ressonância magnética no diagnóstico de câncer de mama”. Revista Brasileira de Mastologia, vol. 27, nº 1, março de 2017, p. 32–36. DOI.org, <https://doi.org/10.5327/Z201700010006RBM>.

MA, Jingfei, et al. “Fat-Suppressed Three-Dimensional Dual Echo Dixon Technique for Contrast Agent Enhanced MRI”. Journal of Magnetic Resonance Imaging, vol. 23, nº 1, janeiro de 2006, p. 36–41. DOI.org, <https://doi.org/10.1002/jmri.20470>.

SANTANA, Larissa Marques, et al. “Differential diagnosis of temporal lobe lesions with hyperintense signal on T2-weighted and FLAIR sequences: pictorial essay”. Radiologia Brasileira, vol. 53, no 2, abril de 2020, p. 129–36. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2018.0117>.

HINGWALA, Divyata, et al. “Applications of 3D CISS Sequence for Problem Solving in Neuroimaging”. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, vol. 21, nº 02, abril de 2011, p. 90–97. DOI.org, <https://doi.org/10.4103/0971-3026.82283>.

GONÇALVES, Fabrício Guimarães, et al. “Constructive Interference in Steady State Imaging in the Central Nervous System”. *European Neurological Review*, vol. 6, nº 2, 2011, p. 138. DOI.org, <https://doi.org/10.17925/ENR.2011.06.02.138>.

ROGACHESKI, Ênio, et al. “Análises visual e volumétrica por ressonância magnética das formações hipocâmpais em um grupo de pacientes com diagnóstico clínico de epilepsia do lobo temporal”. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, vol. 56, nº 3A, setembro de 1998, p. 419–28. DOI.org, <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1998000300011>.

PRADO, Beatriz de Almeida. “Análise quantitativa do volume e intensidade de sinal T2 dos hipocâmpos em pacientes com Epilepsia do Lobo Temporal operados no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto - HCFMRP-USP”. 2019. Dissertação (Mestrado em Diagnóstico por Imagem) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019. doi:10.11606/D.17.2020.tde-18122019-145026.

GOIS, Juliana de Oliveira. “Epilepsia de lobo temporal com atrofia hipocâmpal: funções neuropsicológicas, qualidade de vida e adequação social”. 2010. Dissertação (Mestrado em Psiquiatria) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/D.5.2010.tde-21092010-101451.

GAMBOA, Patrícia T. “Avaliação do volume do hipocampo no idoso em imagens de ressonância magnética: comparação de diferentes métodos de segmentação”. Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, 2019. repositorio.ipl.pt, <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/10446>.

SCHILLING, Lucas Porcello, et al. “Diagnóstico da doença de Alzheimer: recomendações do Departamento Científico de Neurologia Cognitiva e do Envelhecimento da Academia Brasileira de Neurologia”. *Dementia & Neuropsychologia*, vol. 16, no 3 suppl 1, setembro de 2022, p. 25–39. DOI.org, <https://doi.org/10.1590/1980-5764-dn-2022-s102pt>.

VIANA, Gabriel Morais Carvalho, et al. “A neuroimagem no diagnóstico da doença de Alzheimer: uma revisão de literatura”. *Revista Eletrônica Acervo Médico*, vol. 12, julho de 2022, p. e10050. DOI.org, <https://doi.org/10.25248/reamed.e10050.2022>.

ENGELHARDT, Eliaz, et al. “Doença de Alzheimer e espectroscopia por ressonância magnética do hipocampo”. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, vol. 59, nº 4, dezembro de 2001, p. 865–70. DOI.org, <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2001000600006>.

BONNEVILLE, Jean-François. “Magnetic Resonance Imaging of Pituitary Tumors”. *Frontiers of Hormone Research*, organizado por M. Buchfelder e F. Guaraldi, vol. 45, S. Karger AG, 2016, p. 97–120. DOI.org, <https://doi.org/10.1159/000442327>.

EDUARDO, Denislene da Silva, et al. “Anormalidades selares e justasselares: achados na ressonância magnética atípicos de doenças comuns e típicos de doenças incomuns”. *Radiologia Brasileira*, vol. 51, janeiro de 2018, p. 45–51. SciELO, <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2016.0039>.

BARBOSA, Jeam Haroldo Oliveira, et al. “Susceptibility weighted imaging: differentiating between calcification and hemosiderin”. *Radiologia Brasileira*, vol. 48, nº 2, abril de 2015, p. 93–100. DOI.org, <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2014.0010>.

SCHWARZ, Stefan T., et al. “The ‘Swallow Tail’ Appearance of the Healthy Nigrosome – A New Accurate Test of Parkinson’s Disease: A Case-Control and Retrospective Cross-Sectional MRI Study at 3T”. *PLoS ONE*, organizado por Ashley I. Bush, vol. 9, no 4, abril de 2014, p. e93814. DOI.org, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093814>.

HALEFOGLU, Ahmet Mesrur, e David Mark Yousem. “Susceptibility weighted imaging: Clinical applications and future directions”. *World Journal of Radiology*, vol. 10, nº 4, abril de 2018, p. 30–45. DOI.org, <https://doi.org/10.4329/wjr.v10.i4.30>.

GONÇALVES, Fabrício Guimarães, et al. “Sinais em neurorradiologia: parte 1”. *Radiologia Brasileira*, vol. 44, nº 2, abril de 2011, p. 123–28. DOI.org, <https://doi.org/10.1590/S0100-39842011000200013>.

COLÉGIO BRASILEIRO DE RADIOLOGIA ACADEMIA BRASILEIRA DE NEUROLOGIA. Projeto Diretrizes: Associação Médica Brasileira (AMB). “Esclerose Múltipla: Diagnóstico por Imagem”, [s. l.], 15 ago. 2012. Disponível em: https://amb.org.br/files/_BibliotecaAntiga/esclerose_multipla_diagnostico_por_imagem. Acesso em: 8 abr. 2023.

