

# ATUALIZAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS PARA REDUZIR O RISCO DE ACIDENTES ENVOLVENDO O EQUIPAMENTO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA E SUA ATRAÇÃO SOBRE OBJETOS FERROMAGNÉTICOS

Rafael Quadros de Castro (Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Bahia,  
Engenharia de Segurança do Trabalho - Faculdade Única,  
Engenharia Clínica e Hospitalar - Instituto Navigare).  
25.05.2023

## RESUMO

No Brasil observa-se uma demanda crescente por exames que utilizam o equipamento de ressonância magnética (RM) para elaboração de diagnósticos que objetivem maior precisão, pois ele possibilita gerar imagens de diversos ângulos e é indicado para quase todas regiões do corpo humano, evidenciando a morfologia de diversos tipos de tecidos, articulações e de toda estrutura musculoesquelética, sem emitir radiação ionizante para ser realizado. Apesar da alta demanda por este tipo de exame, alguns cuidados são imprescindíveis para manter a segurança do paciente e demais envolvidos, pois há um vasto histórico de acidentes com sérios danos causados pela forte atração que o campo magnético, gerado pelo aparelho de RM, exerce sobre objetos ferromagnéticos que estejam dentro do seu campo de atuação, sendo, este ponto especificamente, o foco deste trabalho. Estes acidentes são invariavelmente ocasionados por falhas na aplicação dos procedimentos de segurança, sendo, o objetivo do presente trabalho, o de promover uma atualização destes procedimentos apontando quais são os mais indicados. Foi feita uma revisão bibliográfica baseada em dados de trabalhos científicos, organismos ligados ao Ministério da Saúde e também à segurança do paciente, além de notícias vinculadas ao tema. Conclui-se, com o presente artigo, que os protocolos de segurança que adotam a prática de manter um acesso controlado por barreiras físicas, triagem e escaneamento, feito em etapas que ficam mais criteriosas à medida que se aproxima do campo magnético produzido pelo equipamento, têm evidenciado uma sensível diminuição dos riscos e registros de acidentes laborais durante a execução e preparação deste exame, além da adoção de outras práticas aqui descritas.

Palavras-chave: Segurança. Acidentes. Ressonância magnética. Campo Magnético.

## ABSTRACT

*In Brazil, there is a growing demand for exams that use magnetic resonance imaging (MRI) equipment for the preparation of diagnoses that aim at greater precision, as it allows the generation of images from different angles and is indicated for almost all regions of the human body, evidencing the morphology of different types of tissues, joints and the entire musculoskeletal structure, without emitting ionizing radiation to be carried out. Despite the high demand for this type of examination, some precautions are essential to maintain the safety of the patient and others involved, as there is a vast history of accidents with serious damage caused by the strong attraction that the*

*magnetic field exerts, generated by the MRI device, on ferromagnetic objects that are within its field of action, being this point specifically the focus of this work. These accidents are invariably caused by failures in the application of safety procedures, and the objective of the present work is to promote an update of these procedures, pointing out which are the most suitable. A bibliographic review was carried out based on data from scientific works, organisms linked to the Ministry of Health and also to patient safety, in addition to news related to the theme. It is concluded, with this article, that the security protocols that adopt the practice of maintaining controlled access by physical barriers, screening and scanning, done in stages that become more judicious as you approach the magnetic field produced by the equipment, have shown a significant reduction in the risks and records of occupational accidents during the execution and preparation of this exam, in addition to the adoption of other practices described here.*

*Keywords: Security. Accidents. Magnetic Resonance Imaging (MRI). Magnetic field.*

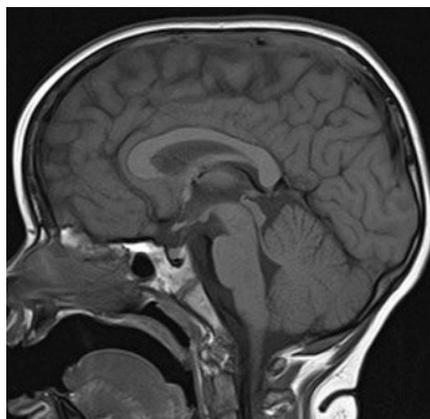
## **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil, entre 2005 e 2001, dados da Fundação Oswaldo Cruz apontam um incremento significativo em relação à quantidade de aparelhos de Ressonância Magnética (RM) disponibilizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS), registrando um aumento de mais de cinco vezes e meia. Sobre este dado especificamente, vale ressaltar que atualmente o SUS disponibiliza menos da metade dos equipamentos registrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), ou seja, a quantidade total de equipamentos de RM é maior que o dobro de aparelhos disponibilizados pelo SUS.

O exame de RM tem sido cada vez mais requisitado por diversos motivos, entre os quais: pela qualidade da imagem gerada (2D ou 3D); pela capacidade de diagnosticar de forma mais precisa inflamações em tecidos moles, tendo sido muito empregado para diagnosticar tumores, inflamações, lesões, doenças cardíacas e cerebrais; por ser indicado para quase todas regiões do corpo, se comparado a outros equipamentos de imagem; por haver a possibilidade de gerar imagens de planos diversos melhorando o ângulo de visão, de análise e de conclusão do diagnóstico; por não emitir radiação ionizante (ao contrário da tomografia computadorizada ou exames de raio x); por não ser um procedimento invasivo e ser considerado um exame seguro, desde que observados os cuidados necessários.

Contudo, apesar da versatilidade e diversidade de aplicações da RM, há um histórico de acidentes com sérios danos nos diversos países onde este exame é realizado (FIELD, 2018), decorrentes de falhas em procedimentos de segurança que protejam os pacientes e colaboradores da geração do campo magnético criado pelo aparelho e a atração que este possui sobre os objetos ferromagnéticos que contenham metais como níquel, ferro ou cobalto em sua composição (FIELD, 2018). Esta atração pode transformar objetos em projéteis pelo efeito “míssil”, com aceleração de até 64,37 Km/h (Gilk, 2006), com potencial de causar danos físicos irreversíveis e até mesmo a morte, como será melhor demonstrado a seguir.

**Imagem 01** - Imagem sagital ponderada em T1 do cérebro mostra estruturas da linha média normais, feita por RM. Imagem cedida por cortesia de Hakan Ilaslan, MD.



Fonte: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/tópicos-especiais/princípios-de-imagens-radiológicas/ressonância-magnética>, acessado em 10/04/2023.

## 1.1 PRINCÍPIO BÁSICO DE FUNCIONAMENTO DA RM

O princípio básico para a realização das imagens ocorre através da indução dos átomos de hidrogênio (que estão presentes em boa parte do corpo humano, já que fazem parte da composição química da água e esta, por sua vez, está presente nas células do corpo humano em um percentual que varia entre 60 a 75%, a depender da idade do paciente). Esta indução ocorre por intermédio de um potente campo magnético, medido em Tesla (T), e geralmente com intensidade de 1,5T, sendo cerca de 30 mil vezes maior que o campo magnético da Terra (YAMASHITA, AMARO, 2001).

Com a indução, ocorre um alinhamento forçado dos núcleos dos átomos de hidrogênio (ver Imagem 02), fazendo com que todos apontem para uma única direção, efeito similar ao que acontece com uma bússola em relação ao campo magnético da Terra. Após esta fase, um pulso, emitido por uma bobina de radiofrequência (RF), geralmente localizada próxima da área do corpo a ser examinada, provoca uma excitação, uma perturbação deste alinhamento, através da emissão de uma frequência com intensidade proporcional ao campo magnético emitido pelo equipamento, ressoando com os átomos de hidrogênio (daí o termo ressonância), resultando em um desalinhamento proposital dos núcleos antes alinhados (efeito chamado de inversão). À medida que eles voltam a seu estado inicial, se realinhando novamente sob a ação do campo magnético, emitem sinais na mesma frequência em que foram estimulados, com uma intensidade que varia de acordo com sua posição dentro do corpo, sendo captados por antenas presentes no aparelho, que, ao serem devidamente decodificados por computadores presentes no equipamento, geram as imagens em 2D ou 3D, a depender da necessidade do diagnóstico. A quantidade de sinal gerado depende também do tecido, da densidade e da composição química do local examinado. O sinal gerado pelos átomos de hidrogênio, por ser muito fraco, tem muita sensibilidade a ruídos de fundo ou interferências magnéticas. Quanto maior for o campo magnético gerado pelo aparelho, mais nítida pode ser a imagem gerada, mas será maior o risco de acidentes. Outros fatores contribuem diretamente para a qualidade da imagem, a exemplo da capacidade, recepção e sensibilidade do sinal de RF gerado.

**Imagem 02** – Ilustração demonstrando de forma esquemática o comportamento dos átomos de hidrogênio antes e depois de serem submetidos à ação do campo magnético, com mesma direção e variação do sentido (spin-up e spin-down).



Fonte: Apostila Saber X: <https://app.saberx.com.br/wp-content/uploads/2020/09/aula-01-RM-Hibrido-pdf.pdf>, acessado em 19/04/2023

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar práticas visando diminuir o risco em relação a acidentes causados pela geração do campo magnético, não só do paciente e dos colaboradores do corpo técnico, mas também do pessoal de apoio, a exemplo dos agentes de limpeza e de segurança, além dos demais envolvidos que, por desconhecimento ou por acaso, se aproximem do equipamento sem o devido cuidado ou preparo, frisando que o equipamento não é desligado em nenhum momento e o campo magnético gerado por ele permanece sempre ativo, 24 horas, 07 dias por semana.

Também vale ressaltar que outras causas podem gerar incidentes e acidentes em relação ao uso deste equipamento e ao procedimento do exame, mas não serão objeto de análise deste trabalho, a exemplo de reações adversas do organismo devido a inserção de contraste (geralmente gadolínio) utilizado em alguns casos para melhorar a qualidade da imagem; hematomas, queimaduras e inchaços devido a choques ou contato com partes sensíveis do equipamento, podendo ser provocados por erro de postura do paciente, pela presença de ferro nas tintas de tatuagens ou por adereços, maquiagens ou roupas que contenham partes metálicas em sua composição, entre outros motivos.

O campo magnético também pode prejudicar, modificar, mover ou paralisar o funcionamento de equipamentos ou dispositivos médicos de suma importância para a manutenção da vida, a exemplo de marcapassos, cliques neurológicos e *stents* que sejam constituídos de metais não livres de atração ferromagnética (FIELD, 2018).

Este artigo objetiva, de forma geral e resumida, após demonstrar o princípio básico de funcionamento do equipamento, traçar um panorama do exame de RM no Brasil; citar alguns acidentes e incidentes ocorridos em outros países e aqui no país causados pela atuação do campo magnético e sua atração sobre objetos ferromagnéticos; citar a Resolução recente lançada pelo estado de Minas Gerais, as Instruções Normativas (IN) e a abordagem das RDCs da Anvisa sobre este tema e exemplificar quais as práticas devem ser adotadas visando minorar os riscos de acidentes gerados pelo campo magnético do RM.

Para realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados de artigos científicos da área da saúde (BVS - Brasil, Pubmed, Web of Science), sites especializados em exames de RM, sites de entidades comprometidas com a segurança do paciente e de demais envolvidos, a exemplo da PSA (*Patient Safety Authority*, Autoridade de Segurança do Paciente, ligado ao estado da Pennsylvania, nos Estados Unidos), além de sites ligados à Órgãos de Saúde e de matérias veiculadas pela mídia que reportaram os acidentes.

## 2. O EXAME DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO BRASIL

Somente entre o período de 2005 a 2021, percebe-se um incremento de cerca de 563% na quantidade de equipamentos de RM disponibilizados pelo SUS, relacionando o número de aparelhos de RM a cada grupo de 100 mil habitantes, conforme demonstram os dados da Tabela 01.

**Tabela 01** - Quantidade de equipamentos de ressonância magnética disponíveis pelo SUS, no Brasil, entre 2005 e 2021.

Equipamentos de ressonância magnética disponíveis ao SUS por 100 mil habitantes																	
Abrangência Geográfica:	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Norte	0,07	0,11	0,12	0,19	0,21	0,26	0,25	0,27	0,27	0,28	0,31	0,34	0,37	0,42	0,45	0,43	0,48
Nordeste	0,09	0,08	0,09	0,10	0,13	0,16	0,17	0,21	0,24	0,27	0,28	0,32	0,35	0,41	0,46	0,47	0,49
Sudeste	0,11	0,12	0,12	0,15	0,19	0,22	0,25	0,27	0,29	0,34	0,39	0,42	0,45	0,50	0,54	0,56	0,60
Sul	0,17	0,18	0,22	0,25	0,37	0,42	0,46	0,47	0,51	0,62	0,68	0,71	0,75	0,79	0,85	0,89	0,94
Centro-Oeste	0,10	0,12	0,12	0,14	0,17	0,25	0,25	0,22	0,28	0,33	0,35	0,34	0,39	0,50	0,59	0,68	0,72
Brasil	0,11	0,12	0,13	0,15	0,20	0,24	0,26	0,28	0,31	0,36	0,39	0,42	0,45	0,51	0,56	0,58	0,62

Fonte: <https://www.proadess.icict.fiocruz.br/index.php?pag=res1>, acesso em 03/23.

Dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde, através do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), indicam que em Abril de 2023, no Brasil, existem de 3294 equipamentos de ressonância magnética, sendo 1506 equipamentos disponibilizados pelo SUS e 1476 em uso (ver Tabela 02). Apenas a título de exemplo e ainda segundo dados do CNES, no estado da Bahia houve um incremento de cerca de 222% na quantidade de equipamentos existentes apenas nos últimos 10 anos e no estado São Paulo houve um acréscimo de cerca de 215%, no mesmo intervalo. Em estados como o Maranhão e Amazonas, em 2013, inexistia tais equipamentos. Hoje existem 50 e 29 aparelhos, respectivamente.

**Tabela 02** - Quantidade de equipamentos de ressonância magnética cadastrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, do Ministério da Saúde.

1-EQUIPAMENTOS DE DIAGNOSTICO POR IMAGEM					
01	Gama Camara	851	814	449	425
02	Mamografo com Comando Simples	4235	4052	2039	1933
03	Mamografo com Estereotaxia	957	931	432	415
04	Raio X ate 100 mA	7791	7320	3948	3672
05	Raio X de 100 a 500 mA	13793	13178	8764	8318
06	Raio X mais de 500mA	4750	4582	2769	2671
07	Raio X Dentario	53654	49204	10466	9636
08	Raio X com Fluoroscopia	2037	1832	1159	1082
09	Raio X para Densitometria Ossea	2625	2561	986	954
10	Raio X para Hemodinamica	1064	1025	523	497
11	Tomografo Computadorizado	6511	6319	3241	3150
12	Ressonancia Magnetica	3294	3224	1506	1476
13	Ultrassom Doppler Colorido	20231	19529	7670	7415
14	Ultrassom Ecografo	11400	11003	5502	5284
15	Ultrassom Convencional	20019	19110	9826	9342
16	PROCESSADORA DE FILME EXCLUSIVA PARA MAMOGRAFIA	3052	2987	2312	2264
17	MAMOGRAFO COMPUTADORIZADO	1308	1271	801	777
18	PET/CT	122	120	70	70
<b>TOTAL</b>		<b>157694</b>	<b>149062</b>	<b>62463</b>	<b>59381</b>

Fonte: [http://cnes2.datasus.gov.br/Mod\\_Lnd\\_Equipamento.asp?VEstado=00](http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Lnd_Equipamento.asp?VEstado=00), acesso em 04/23.

Apesar deste aumento expressivo no número de equipamentos de ressonância magnética em todo o território nacional visando a elaboração de exames de imagem que possibilitem diagnósticos mais precisos, o exame de RM requer cuidados específicos, como será demonstrado a seguir.

### 3. ALGUNS CASOS DE ACIDENTES GERADOS PELO CAMPO MAGNÉTICO NOS EXAMES DE RM EM OUTROS PAÍSES

Conforme citado por Mazzola *et al* (2019) e como descrito no corpo deste trabalho, já ocorreram muitos acidentes com lesões graves e óbitos, tanto no Brasil quanto em outros países, envolvendo o campo magnético e sua atração por objetos ferromagnéticos, embora muitos casos não tenham sido devidamente notificados.

#### 3.1 O CASO MICHAEL COLOMBINI E SEUS DESDOBRAMENTOS PARA A SEGURANÇA DOS EXAMES DE RM

O acidente que ocorreu em 2001 no Westchester Medical Center, de Nova York, levando a óbito uma criança de 06 anos, foi decisivo para que se iniciasse uma revisão nos procedimentos de segurança em relação aos exames de RM. O caso de Michael Colombini chocou o meio da radiologia pela forma como ocorreu, promovendo uma ampla discussão e a publicação, no ano seguinte ao óbito, do documento “*American College of Radiology White Paper on MR Safety*” (White Paper em Segurança de RM Colégio Americano de Radiologia, 2002).

**Imagem 03** – Michael Colombini, de apenas 06 anos, teve seu crânio esmagado pelo cilindro de oxigênio introduzido de forma inapropriada no ambiente de RM. Durante o processo litigioso descobriu-se inúmeros erros relacionados à segurança que contribuíram para este acidente.



Fonte: <https://pt.findagrave.com/memorial/127750848/michael-colombini>, acesso em 04/2023.

De forma resumida, o acidente ocorreu após Michael ter sido sedado e estar pronto para iniciar o exame, deitado sobre a mesa do equipamento de RM. O anestesista percebeu que o nível de saturação de Michael estava caindo rapidamente e que o ponto de oxigênio que deveria fornecer este gás para a sala não estava funcionando, fazendo com que este profissional pedisse auxílio aos dois técnicos de RM encarregados de acompanhar o exame. Os dois se ausentaram da sala da sala de controle e foram até a sala ao lado a fim de consertar o fornecimento e normalizar o fluxo. Neste instante em que se ausentaram da sala de controle, surge uma enfermeira para buscar um pertence que havia esquecido e ouve o pedido do anestesista para alguém providenciar o oxigênio com urgência. Ao ouvir o pedido, ela resolveu atender ao chamado sem ter o devido treinamento de segurança para exames de RM. Ela, a fim de ajudar, foi até a sala em frente a sala do exame, pegou e repassou para as mãos do anestesista um dos cilindros de oxigênio com casco ferromagnético. O objeto metálico foi imediatamente atraído pelo campo gerado pelo aparelho de RM (efeito “míssil”), atingindo o crânio da criança e provocando sua morte (Ver Planta 01)

**Planta 01** – Planta do Westchester Medical Center, local do exame de Michael, com um breve resumo dos acontecimentos que contribuíram para o trágico acidente, momentos antes do cilindro ser entregue.



Fonte: Youtube. **Colombini MRI Case: Root Cause Analysis** - Adaptado.  
URL: <https://youtu.be/0nA-UceHMqc?t=203>, acesso em 05/2023.

Conforme demonstra a imagem supracitada, a análise das causas raiz que levaram a este acidente gerou um vídeo disponível no Youtube, cujo título do vídeo é: “*Colombini MRI Case: Root Cause Analysis – Tobias Gilk & Reliability Center*” (Caso RM Colombini: Análise de Causas Raiz - Tobias Gilk & Reliability Center).

Uma outra análise feita sobre este caso dez anos depois do acidente, através de um artigo denominado “*MRI Safety 10 Years Later - What can we learn from the accident that killed Michael Colombini?*” (Segurança em Ressonância Magnética 10 Anos Depois - O que podemos aprender com o acidente que matou Michael Colombini?), emitido por Tobias Gilk, Consultor e especialista em segurança de RM, ex-membro e co-autor do documento publicado em 2007 pelo Colégio Americano de Radiologia (ACR): *Orientação de Práticas Seguras para RM: 2007 (ACR Guidance Document for Safe MR Practices: 2007)*, membro do *American Board Magnetic Resonance Safety - ABRS* (Conselho Americano de Segurança em Ressonância Magnética), e por Bob Latino, especialista na área de análise de causa raiz (Root Analysis Cause – RAC), ao analisarem os autos do processo, elencaram diversas falhas que contribuíram para o acidente. Este artigo foi publicado pelo *Patient Safety & Quality Healthcare*, uma associação norte americana de fabricantes de equipamentos médicos (<https://www.psqh.com>).

O processo judicial gerou um litígio que se arrastou até 2009 entre os pais de Michael e todos os envolvidos direta e indiretamente com o acidente. Segundo informações publicadas deste processo pelo *New York Injury Case Blog*, um *blog* americano especializado em acompanhar processos na área metropolitana de Nova Iorque e Westchest County (EUA), foi finalizado com um acordo no valor de U\$ 2.90 milhões de dólares para a família de Michael. Após a análise dos depoimentos de todos os envolvidos, foram descobertos fatos extremamente relevantes relacionados aos procedimentos de segurança que certamente, se tivessem sido devidamente observados, poderiam ter evitado este trágico acidente.

Como este caso foi de grande repercussão e pela quantidade de falhas relativas aos procedimentos de segurança descobertas durante o processo judicial, vale citar um trecho deste relatório, traduzido para o português, para ressaltar como uma sequência de fatos contribuiu para a ocorrer o acidente, evidenciando que a atenção com treinamento em segurança da equipe de RM deve ser sempre uma constante e como a falta de atenção em relação à estes procedimentos pode colocar em risco todos os envolvidos, além de prejudicar uma Instituição, ao macular sua imagem, sem citar o prejuízo financeiro.

*[...] “O Westchester Medical Center (WMC) possuía um conjunto de ressonância magnética construído especificamente para o hospital e o único scanner de ressonância magnética. O hospital **subcontratou** (grifo nosso) a gestão e operação do serviço de ressonância magnética para University Imaging Medical Associates (UIMA), que empregou a equipe clínica e técnica de ressonância magnética. O presidente da UIMA também foi o presidente da radiologia do WMC.*

*Bem antes do acidente, as linhas de autoridade e responsabilidade entre os funcionários da UIMA e entre os funcionários no local e a administração da UIMA ou da WMC **não eram claras, na melhor das hipóteses. Os funcionários da UIMA não sabiam para qual organização trabalhavam ou quais supervisores eram responsáveis por questões de segurança** (grifo nosso).*

*Os tecnólogos de ressonância magnética da UIMA **não eram obrigados a ter - nem eram oferecidos - qualquer treinamento de segurança em***

**ressonância magnética como parte de suas funções** (grifo nosso). Embora houvesse alguns parágrafos superficiais sobre a segurança da ressonância magnética no manual de políticas e procedimentos, o tecnólogo encarregado de administrar o exame de Colombini **não sabia que existia qualquer manual de políticas e procedimentos da instalação** (grifo nosso).

Ambos os técnicos de ressonância magnética de plantão, no momento do acidente, trabalhavam na UIMA há cerca de 6 meses antes do acidente. Nem os radiologistas da UIMA nem a administração tinham escritórios nas instalações locais.

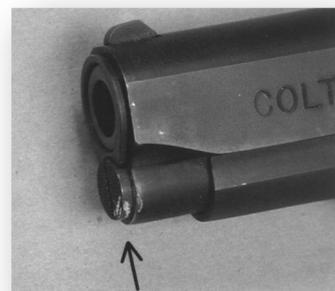
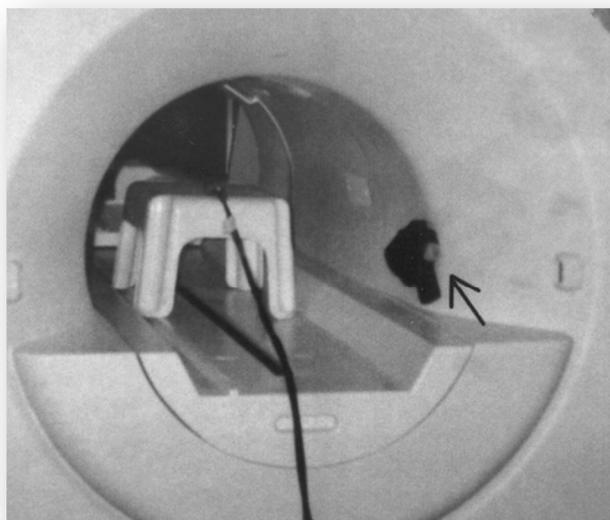
O anestesiológico que sedou o menino no dia do acidente **era desconhecido de ambos os tecnólogos e não havia recebido nenhum treinamento de segurança em ressonância magnética do WMC ou da UIMA** (grifo nosso). Sua familiaridade com as instalações, políticas e procedimentos do UIMA MRI **foi simplesmente presumida pelos tecnólogos, que não perguntaram** (grifo nosso)". [...]

Além do exposto acima, houve mais um fato alarmante listado no artigo pesquisado. Neste mesmo hospital, em circunstâncias parecidas, houve dois acidentes meses antes que não foram registrados para a direção do hospital ou para as autoridades competentes, só sendo descobertos após os depoimentos colhidos durante o processo judicial:

[...] **“Pelo menos dois outros incidentes com projéteis foram revelados durante o litígio como tendo acontecido na instalação de ressonância magnética nos meses anteriores à fatalidade de Colombini** (grifo nosso). Um incidente alarmantemente semelhante envolveu um anestesiológico que trouxe vários cilindros de oxigênio em material ferromagnético para a sala de ressonância magnética. O outro envolvia o tecnólogo nº 1, que deveria ter administrado o exame de ressonância magnética de Michael Colombini, que trouxe uma cadeira de rodas ferromagnética para a sala do scanner de ressonância magnética. Nenhum incidente foi relatado à administração do hospital, nem a autoridades estaduais ou federais.” [...]

Apenas um ano após o acidente de Michael, ocorreu outro incidente no mesmo estado de Nova Iorque, conforme citado por Beitia *et al* (2002), tendo sido o primeiro documentado com arma de fogo. O incidente foi reportado pelo *American Journal of Roentgenology* e ocorreu por uma falha de comunicação entre o técnico de RM e o policial que foi fazer o exame. A arma foi imediatamente atraída em direção ao tubo do equipamento e disparou contra a parede, conforme demonstra a Imagem 04. Neste incidente não houve vítimas.

**Imagens 04 e 05** –Conforme relato da publicação de 2002, provavelmente o primeiro caso registrado de atração de arma de fogo pelo campo magnético criado pelo aparelho.



Fonte: <https://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/ajr.178.5.1781092>, acesso em 30/04/2023.

Passados todos estes anos, infelizmente, os incidentes e acidentes com graves implicações e óbitos continuam acontecendo nos Estados Unidos, no Brasil e em diversos países, como relatado a seguir.

Na Índia, ocorreram alguns acidentes graves, inclusive com óbito, reportados pela mídia. Como as causas são distintas, merecem ser citados para ressaltar a importância acerca do treinamento e atenção constantes de toda equipe e colaboradores envolvidos com este equipamento.

Em setembro de 2014, uma mulher de 34 anos sofreu um acidente em um Hospital de Bilaspur, na Índia, após o campo magnético gerado pelo equipamento atrair, em alta velocidade, a maca em que a paciente estava chocando-a com seu corpo e deixando ferimentos graves em sua mandíbula e no crânio. Este acidente aconteceu por negligência do técnico de RM que permitiu que a própria família se aproximasse do equipamento com uma maca ferromagnética para retirar a paciente do local do exame, sem os devidos cuidados.

Ainda em 2014, em Mumbai, após um técnico não treinado entrar de forma inadvertida com um grande cilindro de oxigênio na sala de exame do Tata Memorial Hospital's, o mesmo foi imediatamente atraído pelo campo gerado pelo aparelho, arrastando o técnico consigo e prendendo também seu colega no equipamento por cerca de quatro horas.

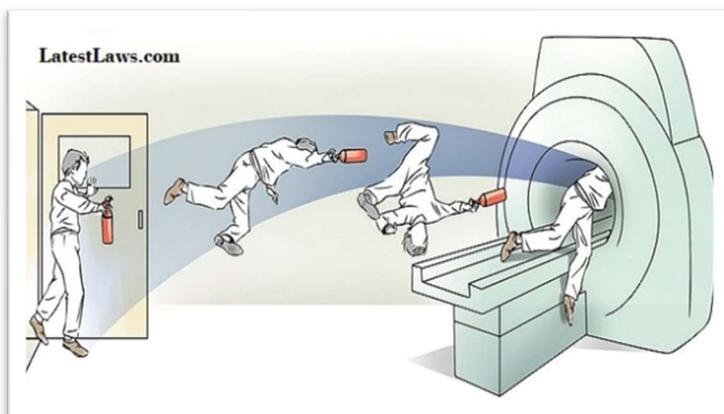
**Imagem 06** – Dois técnicos ficaram presos ao equipamento de RM por cerca de 04 horas, depois que um cilindro de oxigênio foi atraído para o campo magnético gerado pelo aparelho



Fonte: <https://mumbaiirror.indiatimes.com/mumbai/other/mri-mishap-incomplete-probe-report-pins-hospital/articleshow/45877442.cms>, acesso em 30/04/2023.

Cerca de 04 anos depois, em Janeiro de 2018, também em Mumbai, um homem de 32 anos veio a óbito por ser vítima da atração do campo magnético sobre o cilindro de oxigênio ferromagnético que segurava, depois de ter sido informado pelos técnicos de RM que o equipamento se encontrava desligado, o que nunca ocorre, conforme informado anteriormente.

**Imagem 07** – Radesh Maru, de 32 anos, ao ir visitar seu tio, foi mais uma vítima da negligência dos técnicos de RM que permitiram o acesso de um cilindro de oxigênio na sala de exames de RM.



Fonte: <https://timesofindia.indiatimes.com/city/mumbai/patients-relative-sucked-into-mri-unit-at-nair-dies/articleshow/62687036.cms>, acesso em 30/04/2023.

Em 2018, nos EUA, ocorreu outro acidente, desta vez envolvendo arma de fogo, após um homem entrar armado em um ambiente de RM, mesmo tendo sido instruído previamente a não poder portar objetos ferromagnéticos.

Em 2021, na Coréia do Sul, ocorreu outro óbito de um idoso de 60 anos ao ter sua cabeça acertada por um cilindro de 60 Kg, pelo efeito míssil.

Em Abril de 2023, o U.S. Food and Drugs Administration (FDA), publicou mais uma nota de acidente, ocorrido no estado da Califórnia, relatando a atração de uma maca ferromagnética pelo equipamento de RM, causando ferimentos graves em uma enfermeira que necessitou de cuidados médicos.

Face aos recentes casos ocorridos sobre este tema nos Estados Unidos, o ACR, Colégio Americano de Radiologia, postou um link para receber sugestões e comentários de médicos, especialistas e demais envolvidos com este exame, objetivando preparar uma revisão de práticas seguras para o uso do aparelho de RM visando aumentar a segurança. A revisão está sendo elaborada e a ACR ficou de publicá-la tão logo a mesma seja finalizada. A versão mais atual disponível no site é de 2020.

#### 4. ACIDENTES E INCIDENTES GERADOS PELO CAMPO MAGNÉTICO NOS EXAMES DE RM NO BRASIL

Após a pesquisa dos relatórios anuais emitidos pela ANVISA sobre a ocorrência de eventos adversos (EA) com óbito ou lesões graves envolvendo a atuação do campo magnético sobre objetos ferromagnéticos, no período de 2020 a 2022, percebe-se a ocorrência de um caso por ano no território nacional devidamente notificado. Os casos de EA são informados através do NOTIVISA, pelos Núcleos de Segurança do Paciente (NSP) dos Estados, conforme determinação da RDC nº 36.

**Imagem 08** – Parte da tabela que resume os casos de acidentes ocorridos em 2022, gerados por eventos adversos graves “never events” (que nunca deveriam ocorrer), publicado anualmente pela ANVISA com os dados compilados a nível nacional, através do NOTIVISA (Assistência à Saúde do Sistema de Notificações em Vigilância Sanitária)

na comunicação de resultados de exame de radiologia (never events).	
Óbito ou lesão grave de paciente associado à fuga do paciente (never events)	3
Óbito ou lesão grave de paciente associados à queimadura decorrente de qualquer fonte durante a assistência dentro do serviço de saúde (never events).	2
Óbito ou lesão grave materna associados ao trabalho de parto ou parto em gestação de baixo risco (never events).	2
Contaminação (never events)	1
<del>Cas errado (never events)</del>	<del>1</del>
Óbito ou lesão grave de paciente ou colaborador associado à introdução de objeto metálico em área de Ressonância Magnética (never events).	1

8

Fonte: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/relatorios-de-notificacao-dos-estados/eventos-adversos/relatorios-atuais-de-eventos-adversos-dos-estados/brasil>, acesso em 04/23.

Em São Paulo, Santa Catarina e em Minas Gerais, foram encontrados registros de acidentes durante o mesmo período, no mesmo campo e formato de tabela supracitados. Em 2022, Minas Gerais registrou 01 caso com óbito ou lesão grave, conforme imagem 04. Em 2021, Santa Catarina registrou um caso.

**Imagem 09** – Parte da tabela que resume os casos de acidentes, no ano de 2022, gerados por eventos adversos graves “never events” (que nunca deveriam ocorrer), segundo dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do Estado de Minas Gerais, para o ano de 2022.

Quantidade de “never events” notificados. Minas Gerais, janeiro a dezembro de 2022.	
Never events	Quantidade

pós-procedimento em paciente ASA Classe 1 (never events)	
Óbito ou lesão grave de paciente associado à fuga do paciente (never events)	2
Alta ou liberação de paciente de qualquer idade que seja incapaz de tomar decisões, para outra pessoa não autorizada (never events).	1
Gás errado (never events)	1
Óbito ou lesão grave de paciente ou colaborador associado à introdução de objeto metálico em área de Ressonância Magnética (never events).	1

Fonte: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/relatorios-de-notificacao-dos-estados/eventos-adversos/relatorios-atuais-de-eventos-adversos-dos-estados/minas-gerais/view>, acesso em 04/23.

Esclarecendo que a ANVISA, através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) de nº 67, de 21 de dezembro 2009, define efeito adverso como: “qualquer efeito não desejado, em humanos, decorrente do uso de produtos sob vigilância sanitária”. Ao definir evento adverso grave:

*“...evento adverso que se enquadra em pelo menos uma das seguintes situações:*

*(a) leva a óbito;(b) causa deficiência ou dano permanente em uma estrutura do organismo;(c) requer intervenção médica ou cirúrgica a fim de prevenir o comprometimento permanente de uma função ou estrutura do organismo;(d) exige hospitalização do paciente ou prolongamento da hospitalização; e (e) leva a perturbação ou risco fetal, morte fetal ou a uma anomalia congênita...;*

Um fato que deve ser citado é o da existência de subnotificação de eventos adversos ocorridos no Brasil e em outros países. Conforme citado por ALVES *et al*

(2019), em artigo publicado que pesquisa o motivo por haver um número expressivo de subnotificações, ou seja, de eventos adversos (EA) que não são devidamente informados pelos Sistemas de Informação de Incidentes (SNI), em hospitais do mundo inteiro, conclui-se que a subnotificação não deve ser ignorada, ainda que ressaltados os esforços de se criar mecanismos que incentivem o registro destes eventos, buscando a melhoria contínua do processo:

*“...Entretanto, a subnotificação de incidentes pelos profissionais é considerada uma importante limitação dos SNI. Além de elevada, a subnotificação é apontada como resultado de diversas barreiras à notificação, percebidas pelos profissionais. Estudos internacionais apontam como principais barreiras: o tempo exigido para notificar, medo das consequências de sua notificação; falta de feedback, incerteza sobre o que notificar e, porque muitas vezes as notificações não levam a mudanças positivas...”*

Para exemplificar, seguem 03 casos de acidentes ou incidentes ocorridos no Brasil nos últimos anos causados pelo campo magnético gerado pelo aparelho de RM e que tiveram matérias veiculadas na mídia:

1. Houve um óbito em São Paulo, ocorrido em fevereiro de 2023, decorrente de um acidente envolvendo o campo magnético gerado pelo equipamento e uma arma de fogo portada pelo acompanhante de uma paciente, apesar deste acompanhante negar que estivesse armado na anamnese feita pela clínica pouco antes do ocorrido (“Morre advogado que foi baleado pela própria arma durante ressonância magnética em SP”, em fevereiro de 2023. <https://jovempan.com.br/videos/programas/jornal-da-manha/morre-advogado-que-foi-baleado-pela-propria-arma-durante-ressonancia-magnetica-em-sp.html>, acessado em maio de 2023;
2. Em agosto de 2015, um policial teve sua arma atraída subitamente em direção ao equipamento de ressonância, após um grupo de policiais perceber uma movimentação anormal em uma clínica de Santa Catarina. A arma continuou presa à parede do equipamento por mais de um dia, paralisando o mesmo. “Equipamento de ressonância magnética 'suga' arma de PM em SC”, em agosto de 2015. Link da matéria: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2015/08/equipamento-de-ressonancia-magnetica-suga-arma-de-pm-em-sc.html>, acessado em maio de 2023;
3. Outro incidente ocorreu em outubro de 2012, no Hospital de Base de Brasília (HBDF), um importante hospital da região do planalto central, atualmente com mais de 1 milhão de atendimentos por ano, resultando na interrupção do aparelho e causando o atraso na realização de centenas de exames. Um funcionário da limpeza, desavisadamente e sem que houvesse qualquer barreira física, se aproximou do campo magnético do aparelho, causando a paralisação do mesmo. “Aparelho de ressonância do Hospital de Base quebra após “sugar” enceradeira”, Link da matéria: [https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/10/18/interna\\_cidadesdf,328862/aparelho-de-ressonancia-do-hospital-de-base-quebra-apos-sugar-enceradeira.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/10/18/interna_cidadesdf,328862/aparelho-de-ressonancia-do-hospital-de-base-quebra-apos-sugar-enceradeira.shtml), acessado em maio de 2023;

## 5. O ZONEAMENTO COMO PROPOSTA PARA REDUÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM EXAMES DE RM

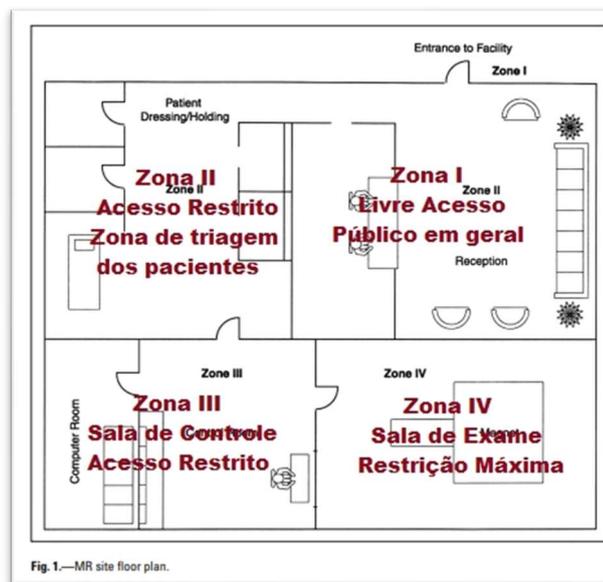
A proposta de se criar uma subdivisão com 04 Zonas para aumentar a segurança em exames de RM surgiu através de um White Paper, um documento informativo emitido em 2002, elaborado pelo ACR intitulado: *American College of Radiology White Paper on MR Safety* (White Paper ACR em Segurança de RM), tendo surgido como consequência de um Painel de Emergência realizado para discutir sobre a segurança em exames de RM, provocado pelos acidentes e incidentes ocorridos até então e, principalmente, após o trágico acidente de Michael Colombini, anteriormente citado. Após a publicação deste documento, houve revisão de procedimentos e inserção de novas recomendações, sendo a versão de 2020 a mais recente. Ainda assim, o zoneamento permanece como sendo a alternativa mais indicada, devendo haver um planejamento, custos e espaço para implementá-la.

A criação de 04 Zonas, de I a IV, visa assegurar que procedimentos de segurança sejam adotados antes de se chegar à sala onde está localizado o equipamento gerador do campo magnético, sendo a Zona IV a mais perigosa.

A subdivisão proposta, resumidamente, seria:

- Zona I** – Livre Acesso – Recepção;
- Zona II** - Troca de roupas, entrevista, rastreamento, retirada e guarda de objetos ferromagnéticos;
- Zona III** - Sala de Controle, sendo de acesso restrito;
- Zona IV** - Sala do Equipamento, de acesso restrito e com presença de forte campo magnético;

**Imagem 08** – Imagem do primeiro zoneamento esquemático sugerido pelo ACR, em 2002 , adaptado pelo autor.



Fonte: <https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/ajr.178.6.1781335>, acesso em 18/05/23.

Após a publicação deste White Paper inicial, surgiram versões mais recentes emitidas pela ACR, sendo elas: “*ACR guidance document for safe MR practices: 2007/2013 / 2020*” (Documento de Orientação ACR para Prática Segura de RM” em 2007, 2013, 2020); não se considerando as revisões, atualizações ou comentários destas

versões. Como citado anteriormente, a edição de 2020 é a versão mais recente e está sendo feita uma revisão sobre este Documento, depois que a ACR fez uma consulta pública em Março de 2023, após uma série de incidentes e acidentes ocorridos recentemente nos EUA e em outros países.

Adotando a proposta do zoneamento sugerido pelo ACR desde 2002 e analisando um estudo de caso que durou cerca de 09 anos acompanhado pela PSA, pode-se colher alguns dados interessantes. O PSA é uma organização estatal independente e sem fins lucrativos do estado da Pensilvânia (EUA) criada também em 2002 com o objetivo de monitorar os eventos adversos (EA) e promover uma melhoria contínua relacionada à segurança do paciente, que objetiva prevenir erros médicos em hospitais, clínicas e outros estabelecimentos de saúde. Atualmente mantém um acervo com mais de 04 milhões de casos registrados sobre o tema relacionado à segurança do paciente, tendo se tornado uma referência neste na área de saúde. Busca promover educação continuada com cursos de reciclagem, jornais periódicos, consultoria, dicas e recursos, além de trocar informações e alertas de segurança sobre EA com diversos países e outros estados norte-americanos (<http://patientsafety.pa.gov>).

São muitos casos de eventos adversos registrados pela PSA envolvendo o tema objeto deste artigo, sendo de grande valia e servindo como referência para minimizar os riscos de acidentes futuros. Voltando ao estudo de caso citado anteriormente, o “Pa Patient Saf Advis 2018 Dec;15(4)”, escrito por FIELD (2018) e intitulado “MRI Screening: What’s in Your Pocket?” (Triagem de RM: O que há em seu bolso?), relata um acompanhamento de 1108 registros, entre incidentes e acidentes envolvendo os riscos inerentes à atração exercida do campo magnético sobre objetos e equipamentos ferromagnéticos, de Janeiro de 2009 a Dezembro de 2017. Destes eventos registrados, a grande maioria dos objetos foi detectada antes que houvesse ingresso na sala de RM, conforme demonstrado a seguir, nas Imagens 08 e 09. O maior número de detecção aconteceu com dispositivo médico implantado no paciente (marcapasso), em 353 vezes, quase um terço do total de eventos.

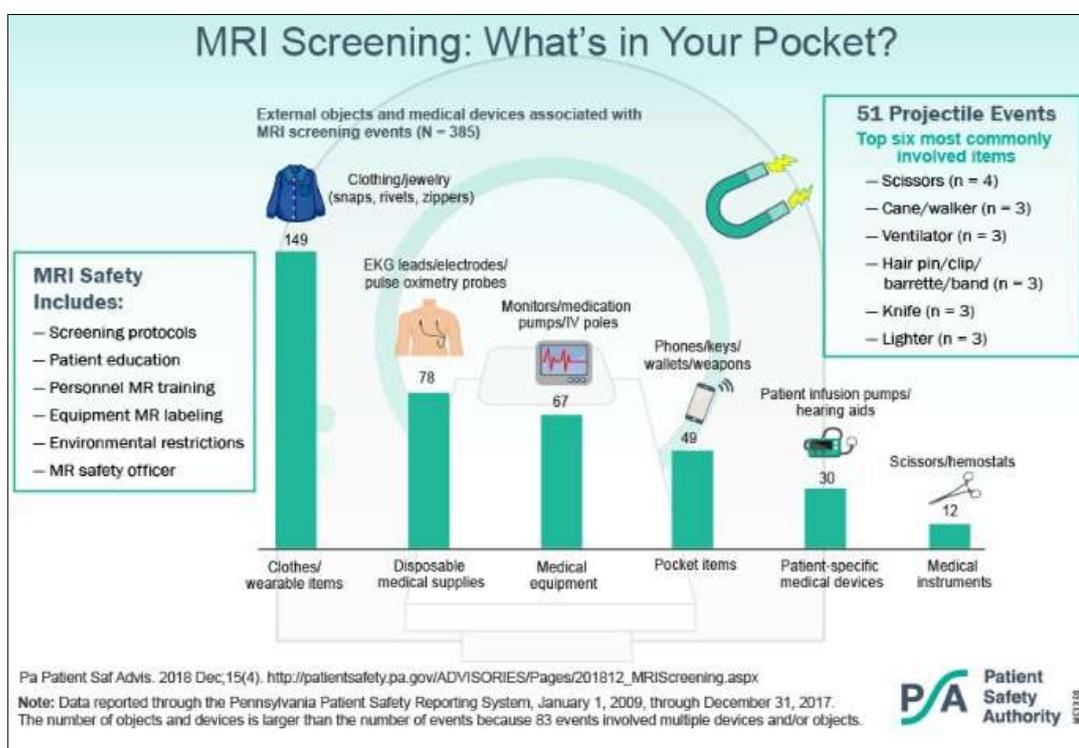
Pelo que foi relatado por FIELD (2018), foram diagnosticadas 04 Zonas neste estudo de caso, Zonas de I a IV, obedecendo as recomendações da ACR, anteriormente citadas.

**Imagem 08** – Dados reportados pelo PSA, de Janeiro de 2009 a Dezembro de 2017, adaptado pelo autor.



Ainda sobre este estudo de caso, FIELD (2018) fez um importante alerta para minimizar os riscos envolvendo o campo magnético promovido pelo equipamento de RM: o de revistar objetos de posse dos colaboradores envolvidos com o trabalho, além dos pacientes ou submetidos ao exame de RM, antes que os mesmos adentrem no raio de ação do campo magnético. Pelo experimento, por 51 vezes (4.6% do número total de eventos), os portadores dos objetos não foram devidamente revistados e adentraram a sala onde fica localizado o equipamento portando objetos ferromagnéticos que se tornaram projéteis pelo efeito míssil anteriormente citado. Os seis itens mais encontrados foram: tesoura, muletas, ventilador de suporte respiratório ao paciente, clipe de cabelo, faca e lanterna, respectivamente.

**Imagem 09** – Gráfico e dados relativos ao acompanhamento feito pelo PSA entre Janeiro de 2009 e Dezembro de 2017, reforçando a importância de se revistar os colaboradores envolvidos com o exame, antes de se aproximarem do campo magnético.



Fonte: [http://patientsafety.pa.gov/ADVISORIES/Pages/201812\\_MRIScreening.aspx](http://patientsafety.pa.gov/ADVISORIES/Pages/201812_MRIScreening.aspx), acesso em 10/05/2023

Analisando a proposta de zoneamento do White Paper emitido em 2002 e em versões subsequentes, percebe-se a importância que assume a Zona II, já que é o local destinado para que se faça a triagem e a pesquisa da vida pregressa do paciente em relação à presença de objetos externos como piercings, brincos, grampos de cabelo, cílios postiços (alguns contém quantidade significativa de metal em sua composição) ou outros dispositivos médicos implantáveis (DMIs) como bombas de insulina, stents, marcapassos, placas e parafusos, entre outros. Na Zona II também é onde devem ficar armazenados os pertences do paciente bem como o local indicado para efetuar a troca de roupa por traje apropriado para o exame, além de fazer o preenchimento ou confirmação das respostas colocadas no formulário. É importante que na Zona II seja feita o escaneamento corporal com equipamentos apropriados para esta finalidade, com a sensibilidade necessária, conforme ilustra a Imagem 10.

**Imagem 10** – Exemplo de aparelho manual de detecção ferromagnética próprio para RM para ser usado na Zona II.



Fonte: <https://services.gehealthcare.com.br/gehcstorefront/p/E8810BC> , acesso em 10/05/2023

Antes dos pacientes ou colaboradores adentrarem as Zonas restritas III e IV, deve existir outro dispositivo de segurança que impeça o avanço do paciente ou do colaborador caso ele esteja portando algum objeto ferromagnético, seja por esquecimento, distração, resposta diferente da informada em formulário (caso o paciente não esteja consciente e devidamente lúcido), negligência ou outro motivo qualquer. Existem aparelhos que podem ser empregados com esta finalidade específica, para detecção de objetos ferromagnéticos em áreas de RM, de pedestal, pórtico ou de parede, a exemplo do aparelho da Imagem 11.

**Imagem 11** – Imagem de detector de objeto ferromagnético instalado antes da porta que dá acesso às Zonas restritas, III e IV.



Fonte: [www.metrasens.com](http://www.metrasens.com). URL: [//youtu.be/z1AzvxGGqvU](https://youtu.be/z1AzvxGGqvU), acesso em 22/05/2023

Como medida auxiliar de segurança, a porta que dá acesso para as Zonas III e IV só deve ser liberada caso não haja detecção de nenhum objeto ferromagnético.

É necessário ressaltar que devido ao avanço tecnológico constante da indústria médica, novos dispositivos, componentes e materiais são lançados no mercado a todo instante, sendo necessária uma atualização e consulta permanente sobre quais são os dispositivos foram classificados pelos fabricantes, sendo permitidos e liberados pelas entidades responsáveis de compilar os dados e divulgá-los, minimizando os riscos do exame. Neste ponto, conforme alerta FIELD (2018), os equipamentos médicos, dispositivos ou implantes, externos ou internos, passivos (sem a necessidade de fonte de energia para funcionamento) ou ativos (necessitam de uma fonte de energia para funcionarem), merecem especial atenção, pois a exposição ao campo magnético pode causar mal funcionamento, deslocamento dentro do corpo ou atração provocada pelo campo magnético, ocasionando danos graves ou até óbito dos envolvidos. Existe uma lista de equipamentos e dispositivos previamente classificados que deve ser sempre consultada antes de haver uma liberação para aproximação do campo magnético produzido pelo equipamento de RM. A lista está disponível no seguinte endereço eletrônico: <http://www.mrisafety.com>. Caso haja dúvida em relação a qualquer dispositivo médico implantado, o exame deve ser evitado e o médico responsável deve ser avisado.

Outro aspecto importante é treinamento periódico de toda a equipe envolvida e o maior risco, neste caso, é o de ocorrer relaxamento ou negligência em relação aos procedimentos operacionais de segurança previamente estabelecidos.

Ainda segundo FIELD (2018), vale ressaltar que mais 25% dos objetos trazidos para o ambiente de RM não eram considerados seguros para este tipo de exame. Conforme informa Mazzola *et al* (2019), existem símbolos que devem ser usados para os objetos que são seguros para ambientes de RM, objetos parcialmente seguros e objetos proibidos pela presença de materiais ou componentes ferromagnéticos em sua composição (ver Imagens 12 e 13).

A sinalização para o ambiente de RM deve receber atenção especial, com as quatro Zonas bem demarcadas, com utilização de símbolos internacionalmente conhecidos, de fácil entendimento e avisos de fácil visualização, por exemplo, de que o aparelho fica ligado 24 horas ininterruptamente, sete dias na semana, com a proibição de aproximação de certos dispositivos, alertando para a presença de forte campo magnético. Uma opção é usar uma cor especial para cada uma das Zonas a fim de facilitar a identificação e redobrar os cuidados.

Os equipamentos da área de RM devem ser segregados dos demais usados em outras áreas do EAS, sem presença de campo magnético, devendo ser facilmente identificados. A exemplo de objetos como extintores, kits de emergência, macas especiais, monitores, ventiladores, entre outros. Devem ser previamente classificados, testados e identificados por simbologia própria para evitar acidentes, como sugerido por Mazzola *et al* (2019).

**Imagem 12** – Exemplo de sinalização em área de RM, seguindo recomendações da American Society for Testing and Materials (ASTM), para itens testados previamente. Adaptado por Mazzola *et al* (2019).



Fonte: Revista Brasileira de Física Médica. 2019;13(1):76-91, acesso em 10/05/2023.

**Imagem 13** – Extintor de gás Fe-36 apropriado para áreas de RM e fabricado de acordo com a NBR 15808, sem a presença de material ferroso, testado em campos de até 3T (Tesla). Deve receber o adesivo “SEGURO P/ RM”, conforme Imagem 12.



Fonte: <https://www.fortmedical.com.br/ressonancia-magnetica/extintor-de-incendio-em-aco-inox-2-5-kg-p-sala-de-ressonancia-magnetica>, acesso em 10/05/2023.

## 5.1. O ZONEAMENTO COMO PROPOSTA PARA REDUÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM EXAMES DE RM, NO BRASIL

No Brasil, a RDC-50 publicada em Fevereiro de 2002, e vigente até hoje, cita a necessidade de se prever um espaço destinado para a detecção de metais ou revista de paciente antes de se adentrar na sala do equipamento de RM, conforme Imagem 09. Contudo, não há uma obrigatoriedade desta previsão, mas apenas uma citação, conforme a Instrução de Uso das Tabelas de Ambientes, Parte II, Cap. 3, Dimensionamento, Quantificação e Instalações Prediais dos Ambientes. Se fosse obrigatória tal previsão, a coluna correspondente “Quantificação (min)” estaria preenchida.

**Imagem 14** – Recorte da RDC 50, Instrução de Uso das Tabelas de Ambientes, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), espaço para “Área de detecção de metais”, em branco, sem obrigatoriedade.

UNIDADE FUNCIONAL: 4 – APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA (cont.)				
Nº ATIV.	UNIDADE / AMBIENTE	QUANTIFICAÇÃO (min.)	DIMENSIONAMENTO DIMENSÃO(min.)	INSTALAÇÕES
4.2	Imagenologia –cont.			
4.2.5.e	Área de detecção de metais		A depender do equipamento utilizado	ADE
4.2.5.e	<b>CAMPO DA COLUNA EM BRANCO, INDICANDO DISCRICIONARIEDADE.</b>	1. O nº de salas depende da capacidade de produção do	exceto cabeceira, igual à 0,6 m e com espaço suficiente para manobra da maca junto ao pé dessa. ADE, com distâncias mínima entre as bordas ou extremidades do equipamento e todas as paredes da sala igual à	FAM:EE:ED; ADE

Fonte: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050\\_21\\_02\\_2002.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html), acesso em 05/23.

Contudo, já na Instrução Normativa nº 59 da ANVISA, de 20 de dezembro de 2019, em seu Artigo 8º, o Zoneamento já é indicado, conforme imagem 15.

**Imagem 15** – Recorte do Artigo 8º, da Instrução Normativa nº 59 da ANVISA, de 20 de Dezembro de 2019, citando o Zoneamento criado em 2002 pelo ACR (*American College of Radiology*).

<p>Art. 8º O serviço de saúde deve classificar seus ambientes conforme os critérios abaixo:</p> <p>I - Zona I - Ambientes de livre acesso para os indivíduos do público;</p> <p>II - Zona II - Ambientes externamente adjacentes à zona III, onde são realizados os procedimentos de acolhimento, anamnese e preparo do paciente e avaliação de compatibilidade de objetos, por exemplo;</p> <p>III - Zona III - Ambientes adjacentes à zona IV onde há restrição à circulação de pessoas e equipamentos devido ao risco de ocorrência de eventos adversos causados pela interação de indivíduos ou objetos com os campos eletromagnéticos produzidos pelo equipamento de ressonância magnética nuclear; e</p> <p>IV - Zona IV - sala em que está localizado o equipamento de ressonância magnética nuclear.</p>
--

Fonte: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3426718/IN\\_59\\_2019\\_COMP.pdf/35fef070-7500-490d-8361-2d3869deec13](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3426718/IN_59_2019_COMP.pdf/35fef070-7500-490d-8361-2d3869deec13), acesso em 23/05/23.

Já o artigo 9º, da mesma Instrução Normativa, preconiza que sejam instalados aparelhos de detecção antes das Zonas III e VI, consoante o que fora citado anteriormente:

*“Art. 9º O serviço de saúde deve possuir sistema de detecção de metais para monitoramento do acesso de pessoas e objetos às zonas III e IV em quantidade compatível com o número de salas de exame”*

Outra resolução mais recente, publicada pela Secretaria de Saúde de Minas Gerais, Resolução SES/MG Nº 7533, de 02 de Junho de 2021, criada “visando à defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral”, também cita o zoneamento como proposta para restringir o acesso de pessoas à medida que se aproxima do campo magnético gerado pelo RM. Outros pontos importantes a serem citados sobre esta Resolução são a obrigatoriedade de haver detector de metais na Zona II, de haver treinamento periódico e obrigatório de toda a equipe envolvida, de nomear um Supervisor responsável pelo treinamento, capacitação e manutenção dos procedimentos e treinamentos de segurança, de haver classificação prévia e liberação de todos os objetos que irão acessar as Zonas III e IV, entre outros pontos.

## 6. CONCLUSÃO

Pelo exposto neste trabalho percebe-se que a instalação de equipamentos de Ressonância Magnética tem crescido de maneira significativa no Brasil, sendo um exame bastante demandado pelos aspectos anteriormente citados. Para se operar o equipamento deve haver um preparo cuidadoso do ambiente e da equipe, visando o uso seguro do mesmo. A existência de incidentes e acidentes relacionados ao campo magnético gerado pelo equipamento de RM continua existindo em todos os países pesquisados, muitas vezes gerando acidentes sérios, incluindo óbitos. A utilização do Zoneamento citado continua sendo a melhor alternativa para a redução dos riscos envolvidos, podendo ser melhorada com a adoção de protocolos de segurança que não permitam que pessoas adentrem nas Zonas restritas se estiverem portando objetos ferromagnéticos ou tenham algum dispositivo implantado. É indicado que se faça a instalação de dispositivos detectores ferromagnéticos antes das portas de acesso das Zonas restritas promovendo uma barreira física, além dos detectores manuais que devem ser utilizados nos pacientes. É necessário consultar constantemente a lista mantida por entidade competente sobre os dispositivos liberados, restritos ou proibidos para o exame de RM. A adoção somente de um questionário feito durante a anamnese não é suficiente para impedir que o acidente ou incidente ocorra, conforme o óbito ocorrido em fevereiro de 2023, no Brasil.

Vale frisar que o quesito SEGURANÇA é um conjunto de ações que, quando somadas, tem por objetivo diminuir os riscos de um acidente ou incidente, mas o perigo continua existindo e a falha ou relaxamento nos procedimentos de segurança podem trazer consequências sérias para todos os envolvidos. Para isto ser alcançado, é necessário haver conscientização e treinamento contínuo de toda a equipe envolvida com este exame, além de conseguir transmitir para o paciente, de forma clara e concisa, que o exame de RM é um exame seguro desde que os procedimentos de segurança sejam respeitados e devidamente acompanhados.

Somente aspectos relacionados ao campo magnético foram abordados neste trabalho, mas os riscos envolvidos vão muito além destes aspectos, a exemplo das reações adversas que podem ocorrer com a ingestão de contrastes e das particularidades relacionadas ao sistema de resfriamento criogênico do equipamento de ressonância.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M. DE F. T.; CARVALHO, D. S. DE .; ALBUQUERQUE, G. S. C. DE .. **Motivos para a não notificação de incidentes de segurança do paciente por profissionais de saúde: revisão integrativa.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 24, n. 8, p. 2895–2908, ago. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.23912017>. Acesso em 03 mar. 2023

AMARO JÚNIOR, Edson; YAMASHITA, Helio. **Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética.** Brazilian Journal of Psychiatry, v. 23, p. 2-3, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-44462001000500002>. Acesso em: 15 abr. 2023

ANS. ANGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Dispositivos Médicos Implantáveis (DMI).** Disponível em: <http://www.ans.gov.br/temas-de-interesse/dispositivos-medicos-implantaveis-dmi>. Acesso em 24/05/2023.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Incidentes relacionados à assistência à saúde Resultados das notificações realizadas no Notivisa - Brasil, janeiro a dezembro de 2022.** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/relatorios-de-notificacao-dos-estados/eventos-adversos/relatorios-atuais-de-eventos-adversos-dos-estados/brasil>. Acesso em 15 abr. 2023

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução normativa, **IN nº 59**, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3426718/IN\\_59\\_2019\\_COMP.pdf/35fef070-7500-490d-8361-2d3869deec13](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3426718/IN_59_2019_COMP.pdf/35fef070-7500-490d-8361-2d3869deec13). Acessado em: 16 mai. 2023.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução normativa, **IN nº 78**, de 18 de novembro de 2020. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6126149/IN\\_78\\_2020\\_.pdf/4b5fa443-5d2c-45c7-a963-8403dbeae0e8](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6126149/IN_78_2020_.pdf/4b5fa443-5d2c-45c7-a963-8403dbeae0e8). Acessado em: 16 mai. 2023.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução normativa, **RDC nº 50**, de 21 de fevereiro de 2002. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050\\_21\\_02\\_2002.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html). Acessado em: 16 mai. 2023.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Incidentes relacionados à assistência à saúde. Resultados das notificações realizadas no Notivisa - Brasil, 2014 a 2021:** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/servicosdesaude/notificacoes/notificacao-de-incidentes-eventos-adversos-nao-infecciosos-relacionados-a-assistencia-a-saude/relatorios-de-incidentes-eventos-adversos-relacionados-a-assistencia-a-saude>. Acesso em 12 mar. 2023

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Incidentes relacionados à assistência à saúde **Resultados das notificações realizadas no Notivisa - Estados, janeiro a dezembro de 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/relatorios-de-notificacao-dos-estados/eventos-adversos/relatorios-atuais-de-eventos-adversos-dos-estados>. Acesso em 12 mar. 2023

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Incidentes relacionados à assistência à saúde **Resultados das notificações realizadas no Notivisa - Estados, janeiro a dezembro de 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/relatorios-de-notificacao-dos-estados/eventos-adversos/relatorios-atuais-de-eventos-adversos-dos-estados/minas-gerais/view>. Acesso em 12 mar. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 15808**: Extintores de Incêndio Portáteis, 4ª edição, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=bkRTSGRwWnBwdzZzWGwzL3gzTW40VDIInjdmWHBoNuTcck1FV00rQ3lvRT0=>. Acesso em 20 de mai. 2023

BEITIA, A. O. et al. **Spontaneous Discharge of a Firearm in an MR Imaging Environment**. American Journal of Roentgenology, v. 178, n. 5, p. 1092–1094, maio 2002. <https://doi.org/10.2214/ajr.178.5.1781092>. Acesso em 02 mai. 2023

FIELD, Cynthia. Pennsylvania Patient Safety Authority. **MRI Screening: What’s in Your Pocket?** Pa Patient Saf Advis 2018 Dec;15(4). Disponível em: [http://patientsafety.pa.gov/ADVISORIES/Pages/201812\\_MRIScreening.aspx](http://patientsafety.pa.gov/ADVISORIES/Pages/201812_MRIScreening.aspx). Acesso em 15 abr. 2023

FIOCRUZ. PROADESS. Projeto de Avaliação do Desempenho do Sistema de Saúde. Laboratório de Informação em Saúde - ICICT – **Quantidade de equipamentos de ressonância magnética disponíveis pelo SUS, no Brasil, entre 2005 e 2021**. Disponível em: <https://www.proadess.icict.fiocruz.br/index.php?pag=fic&cod=Z02&tab=1#:~:text=Considera-se%20a%20produtividade%20do,Mensal%2C%20a%20partir%20de%202005>. Acesso em 12 mar. 2023;

GILK, TOBIAS. **“MRI SUITES: SAFETY OUTSIDE THE BORE”**. PSQH - PATIENT SAFETY AND QUALITY HEALTHCARE (2006). Disponível em: <https://www.psqh.com/sepoct06/mrisuites.html>. Acesso em: 15 maio. 2023

MAZZOLA, A. A.; STIEVEN, K. I.; NETO, G. H.; CARDOSO, G. de M. **Segurança em Imagem por Ressonância Magnética**. Revista Brasileira de Física Médica, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 76–91, 2019. DOI: 10.29384/rbfm.2019.v13.n1.p76-91. Disponível em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/519>. Acesso em: 15 maio. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DATASUS. **CNESNet: Consulta Equipamentos**. Disponível em: [http://cnes2.datasus.gov.br/Mod\\_Ind\\_Equipamento.asp?VEstado=00](http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipamento.asp?VEstado=00). Acesso em: 15 maio. 2023.

KANAL *et al.* **“American College of Radiology White Paper on MR Safety”**. American Journal of Roentgenology. (2002);178: 1335-1347. 10.2214/ajr.178.6.1781335. Disponível em: <https://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/ajr.178.6.1781335>. Acesso em 20 de mai de 2023

KANAL *et al.* **“ACR guidance document for safe MR practices: 2007.”** AJR. American journal of roentgenology vol. 188,6 (2007): 1447-74. doi:10.2214/AJR.06.1616. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17515363/>. Acesso em 20 de mai de 2023

KANAL *et al.* “**ACR Manual on MR Safety**”. American College of Radiology. (2020). Disponível em: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Radiology-Safety/MR-Safety/Manual-on-MR-Safety.pdf>. Acesso em 20 de mai de 2023

## FONTES COMPLEMENTARES:

AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY. “**MR Safety Screening Form**”. Disponível em: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Radiology-Safety/MR-Safety/MR-Safety-Screening-Form.pdf>. Acesso em 24/05/2023.

AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY: “**Draft ACR Manual on MR Safety is Now Closed for Public Comment**”. Disponível em: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Radiology-Safety/MR-Safety> . Acesso em 25 de mai. de 2023

CORREIO BRASILENSE. CIDADES: “**Aparelho de ressonância do Hospital de Base quebra após "sugar" enceradeira**”. 18/10/2012. Disponível em: [https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/10/18/interna\\_cidadesdf,328862/a\\_parelho-de-ressonancia-do-hospital-de-base-quebra-apos-sugar-enceradeira.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/10/18/interna_cidadesdf,328862/a_parelho-de-ressonancia-do-hospital-de-base-quebra-apos-sugar-enceradeira.shtml). Acesso em 03 de mar. de 2023

G1. GLOBO.COM. RBSTV: “**Equipamento de ressonância magnética 'suga' arma de PM em SC**”. 21/08/2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2015/08/equipamento-de-ressonancia-magnetica-suga-arma-de-pm-em-sc.html>. Acesso em 02 de mar. de 2023

HEALTH IMAGING: “**New York patient discharges gun in MRI room, charged with reckless endangerment**”. 21/06/2018. Disponível em: [https://healthimaging.com/topics/medical-imaging/magnetic-resonance-imaging-mri/new-york-patient-discharges-gun-mri-room?utm\\_source=related\\_content&utm\\_medium=related\\_content&utm\\_campaign=related\\_content](https://healthimaging.com/topics/medical-imaging/magnetic-resonance-imaging-mri/new-york-patient-discharges-gun-mri-room?utm_source=related_content&utm_medium=related_content&utm_campaign=related_content) . Acesso em 25 de mai. de 2023

HEALTH IMAGING: “**Details emerge on yet another MRI accident**”. 23/03/2023. Disponível em: <https://healthimaging.com/topics/medical-imaging/magnetic-resonance-imaging-mri/details-emerge-yet-another-mri-accident>. Acesso em 06 de mai. de 2023

HEALTH IMAGING: “**The American College of Radiology is seeking input on new MRI safety guidelines**”. 14/03/2023. Disponível em: [https://healthimaging.com/topics/professional-associations/radiology-associations/american-college-radiology-acr/acr-mri?utm\\_source=related\\_content&utm\\_medium=related\\_content&utm\\_campaign=related\\_content](https://healthimaging.com/topics/professional-associations/radiology-associations/american-college-radiology-acr/acr-mri?utm_source=related_content&utm_medium=related_content&utm_campaign=related_content) . Acesso em 25 de mai. de 2023

IMAGEM WISELY. “**Draft ACR Manual on MR Safety Now Open for Public Comment**”. 23/03/2023. Disponível em: <https://www.imagewisely.org/News/General/Draft-ACR-Manual-on-MR-Safety>. Acesso em 24/05/2023.

JOVEM PAN. VIDEOS. PROGRAMAS. JORNAL DA MANHÃ: “**Morre advogado que foi baleado pela própria arma durante ressonância magnética em SP**”. 07/02/2023. Disponível em: <https://jovempan.com.br/videos/programas/jornal-da-manha/morre-advogado-que-foi-baleado-pela-propria-arma-durante-ressonancia-magnetica-em-sp.html>. Acesso em 02 de mar. de 2023

NEW YORK INJURY CASES BLOG: **“Lawsuit Involving Death of Six Year Old Boy Hit by Oxygen Tank While Undergoing MRI Test Settles on Verge of Trial for \$2,900,000”**. 04/02/2010. Disponível em: <https://www.newyorkinjurycasesblog.com/2010/02/articles/wrongful-death/lawsuit-involving-death-of-six-year-old-boy-hit-by-oxygen-tank-while-undergoing-mri-test-settles-on-verge-of-trial-for-2900000/>. Acesso em 16 de abr. de 2023

MANUAL MSD: VERSÃO PARA PROFISSIONAIS DE SAÚDE. **“Ressonância Magnética”**. Abr 2021. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/tópicos-especiais/princípios-de-imagens-radiológicas/ressonância-magnética> . Acesso em 25 de mai. de 2023

METRASENS. **“Ferrogard Assure, international”**. 13/07/2011. Disponível em: <https://youtu.be/z1AvxGGvU> . Acesso em 25 de mai. de 2023

MUMBAI MIRROR: **“MRI mishap: Incomplete probe report pins hospital”**. 14/01/2015. Disponível em: <https://mumbaimirror.indiatimes.com/mumbai/other/mri-mishap-incomplete-probe-report-pins-hospital/articleshow/45877442.cms> . Acesso em 24/05/2023.

PSQH. PATIENT SAFETY AND QUALITY HEALTHCARE. ANALYSES: PATIENT SAFETY: **“MRI Safety 10 Years Later”**. 14/10/2011. Disponível em: <https://www.psqh.com/analysis/mri-safety-10-years-later/>. Acesso em 24/05/2023.

RELIABILITY CENTER: **“Colombini MRI Case: Root Cause Analysis”**. 13/07/2011. Disponível em: <https://youtu.be/OnA-UceHMqC> . Acesso em 25 de mai. de 2023

SABER X – GERENCIAMENTO PROFISSIONAL: **“Ressonância Magnética”**. 12/10/2021. Disponível em: <https://app.saberx.com.br/wp-content/uploads/2020/09/aula-01-RM-Híbrido-pdf.pdf> . Acesso em 24/05/2023.

SOUTH CHINA MORNING POST. HEALTH & ENVIRONMENT: **“South Korean man dies after oxygen cylinder sucked into MRI machine”**. 12/10/2021. Disponível em: <https://www.scmp.com/week-asia/health-environment/article/3152827/man-dies-after-oxygen-cylinder-sucked-mri-machine>. Acesso em 24/05/2023.

THE TIMES OF INDIA: **“Chhattisgarh: Woman seriously injured after getting stuck in MRI machine”**. 08/09/2014. Disponível em: <https://timesofindia.indiatimes.com/city/raipur/chhattisgarh-woman-seriously-injured-after-getting-stuck-in-mri-machine/articleshow/42043632.cms> . Acesso em 25 de mai. de 2023.

THE TIMES OF INDIA: **“Mumbai: Patient’s relative sucked into MRI unit at Nair Hospital, dies ”**. 08/09/2014. Disponível em: [http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/62687036.cms?utm\\_source=contentofinterest&utm\\_medium=text&utm\\_campaign=cppst](http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/62687036.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst) . Acesso em 25 de mai. de 2023.