

## **REDUÇÃO DA INDISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS DE RM ATRAVÉS DE POLÍTICA DE TREINAMENTO**

**Alexandre Ferreli Souza**

Mestre em Engenharia Biomédica, Professor MBA Engenharia Manutenção UFRJ, autor do livro “Gestão de Manutenção em Serviços de Saúde”. Membro Sênior do IEEE.

ferreli@ieee.org

**Fernando César Coelli**

Doutor em Ciências Biomédicas pela UFRJ/COPPE, Professor Cefet/RJ

fernando\_coelli@yahoo.com.br

---

### **RESUMO**

O equipamento de imagem por ressonância magnética (RM) é o mais confiável na área de diagnósticos. Falhas no sistema geram sérias consequências: perdas financeiras diretas, atrasos no diagnóstico de pacientes, aumento do custo do contrato de manutenção, entre outros. Este trabalho verificou o impacto na disponibilidade do equipamento devido a fatores adversos (infraestrutura e humanos). Ao término do período de análise, algumas sugestões são feitas para reduzir a indisponibilidade gerada por eventos adversos ao equipamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ressonância Magnética, manutenção, confiabilidade, segurança, treinamento.

### **REDUCTION OF UNAVAILABILITY OF MAGNETIC RESSONANCE EQUIPMENT BY TRAINING POLICY**

### **RESUMO**

The equipment for magnetic resonance imaging (MRI) is the most reliable in the field of diagnostics. Failure in system leads to serious consequences: direct financial loss, delays in diagnosis of patients, increased cost of maintenance contract, among others. This study examined the impact on the availability of the equipment due to adverse factors (infrastructure and human). After period of analysis, some suggestions are made to reduce downtime due to adverse events generated by equipment.

**PALAVRAS-CHAVE:** Magnetic Resonance, maintenance, reliability.

## **REDUÇÃO DA INDISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS DE RM ATRAVÉS DE POLÍTICA DE TREINAMENTO**

### **INTRODUÇÃO**

Os equipamentos de ressonância magnética (RM) são considerados atualmente como uma ferramenta essencial na área de diagnóstico por imagem. Porém, devido à sua complexidade, o custo de um exame possui um valor elevado, com custo mínimo de US\$200 no Brasil [1].

A paralisação de um equipamento de RM cessa o faturamento do estabelecimento de assistência de saúde (EAS), além da perda de confiança por parte do paciente que não foi atendido. Com o objetivo de minimizar a indisponibilidade, os contratos de manutenção são negociados incluindo cláusulas de tempo mínimo garantido de disponibilidade. Caso este período não seja alcançado, a empresa prestadora do serviço é penalizada com multa [2]. É importante ressaltar que nos casos de mal uso (erro de operação, acidentes, etc.) o proprietário é penalizado com todos os custos envolvidos (incluindo manutenção).

Assim, tanto o EAS, que possui o equipamento como seu fabricante que, em geral, é quem presta o serviço de manutenção, buscam a maior disponibilidade do equipamento. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da infraestrutura física (refrigeração, energia elétrica, temperatura, umidade) e recursos humanos (equipe de manutenção, operadores) nas falhas do equipamento e a sua influência. O estudo foi realizado em onze equipamentos de RM em EAS diferentes durante um período de três semestres.

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho referente aos efeitos de infraestrutura foi realizado no período de primeiro de agosto de dois mil e sete a trinta e um de dezembro de dois mil e oito. Em relação as falhas humanas foi implantado um programa de treinamento operacional, sendo monitorado a redução de acidentes e eventos adversos. Foram acompanhados onze equipamentos de RM de um mesmo fabricante.

O acompanhamento do serviço de manutenção dos equipamentos indicou o seguinte procedimento: a unidade abre chamado para Departamento de Engenharia Clínica que entra em contato com o serviço de atendimento ao cliente do fabricante (prestador de serviços de manutenção). O serviço de atendimento ao cliente nomeia um técnico da equipe de manutenção em RM (neste caso formado por quatro engenheiros) que, através de contato telefônico tenta resolver o problema. Caso não consiga, uma visita é realizada no local. Se fosse necessária substituição de peças, a mesma era solicitada ao estoque. Ao chegar, era substituída e o equipamento testado e liberado. O engenheiro responsável pelo atendimento escreve um relatório, sendo uma cópia deixada na unidade e outra inserida na base de dados do fabricante.

Os atendimentos realizados foram analisados mensalmente em reunião com a equipe de engenheiros do fabricante. Um relatório mensal foi escrito e entregue ao serviço de Engenharia Clínica do cliente e ao fabricante. Por questões de confidencialidade de dados do cliente e da especificação dos modelos, os equipamentos serão simplesmente numerados. Os onze equipamentos abrangem cinco modelos diferenciados por sua

arquitetura (ressonância aberta x fechada), campo magnético principal (B0) e tecnologia de aquisição de dados (Tabela 1).

O equipamento de RM funciona corretamente se obedecidas às condições pré-determinadas pelo fabricante, por exemplo: temperatura, umidade, tensão estabilizada, refrigeração do sistema. Neste estudo, certificou-se que todos os equipamentos estavam funcionando de acordo com as recomendações. As horas de indisponibilidade geradas pelo não atendimento foram utilizadas para identificar problemas que eram dependentes da infra-estrutura da EAS onde o equipamento de RM estava instalado.

**Tabela 1: Características dos Equipamentos de RM.**

Nº Equip	B0 (T)	Modelo	Arquitetura
1	1,5	A	Fechada
2	0,23	B	Aberta
3	0,5	C	Fechada
4	0,5	C	Fechada
5	1,0	C	Fechada
6	1,5	C	Fechada
7	1,0	D	Fechada
8	1,0	D	Fechada
9	1,5	D	Fechada
10	1,5	E	Fechada
11	1,5	E	Fechada

De acordo com a necessidade de intervenção para manutenção o chamado era aberto. Após a finalização do serviço o chamado era fechado. Os chamados foram classificados em dois grupos:

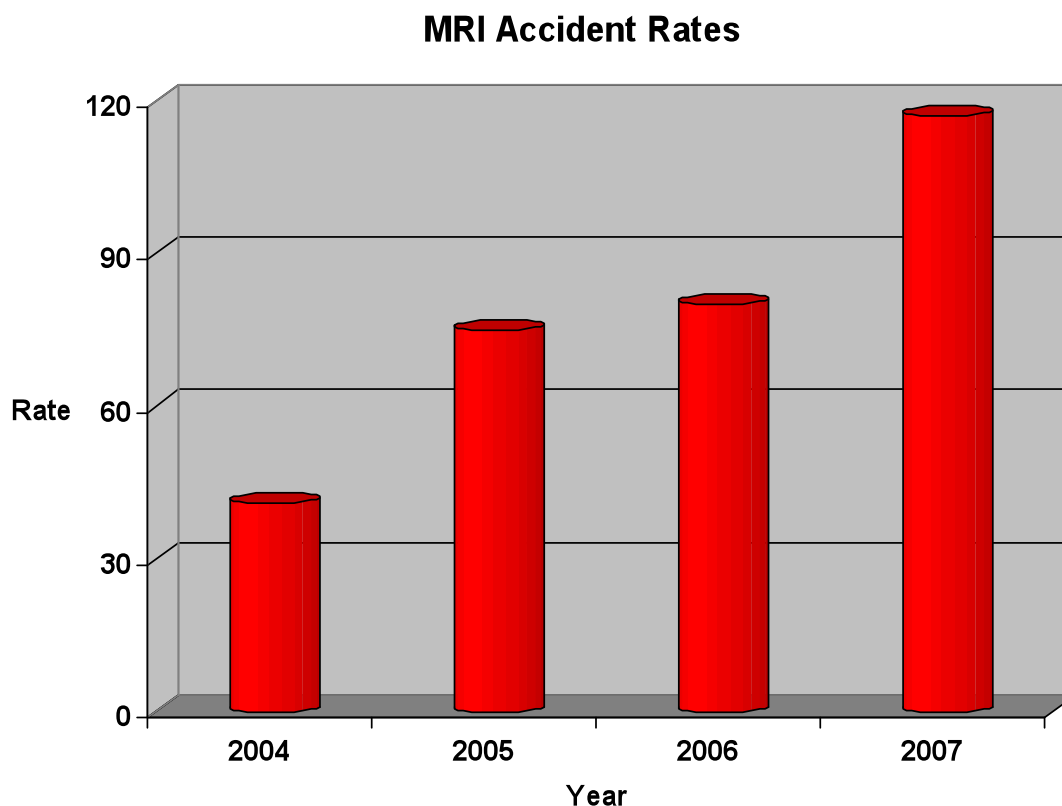
1. Causados por falhas do equipamento, com necessária intervenção do especialista de manutenção do equipamento. Denominado INTERNO.
2. Causado por falhas na infraestrutura e na ação humana, por exemplo: problemas na rede elétrica, sistema de refrigeração (*chiller*), falta de conhecimento local para atuar no defeito. Denominado EXTERNO.

Os resultados foram avaliados, quantificados após o segundo semestre de 2007. Após análise, foi ministrada orientação aos operadores do equipamento e aos membros da equipe de manutenção. Foram coletados novos dados no ano de 2008 que também foram avaliados e quantificados.

O programa de treinamento foi iniciado em janeiro de 2008 até dezembro de 2009. O objetivo do treinamento era familiarizar os profissionais atuantes com os riscos referentes ao campo magnético e sua influência no equipamento [3].

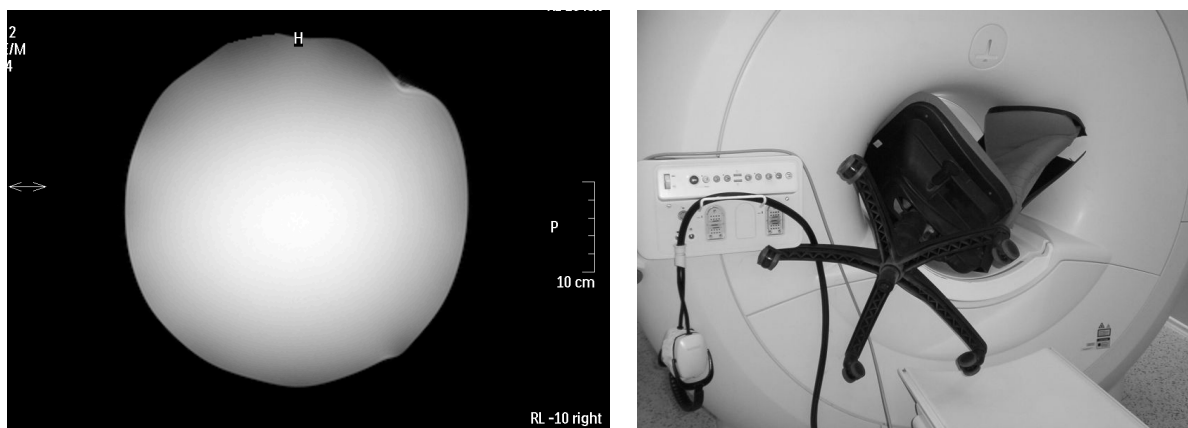
O fator segurança foi escolhido como tema do treinamento, visto que os acidentes com campo magnético são os únicos itens que causam indisponibilidade do equipamento relacionado com a operação do mesmo. Além do fato de que em virtude da nova

tecnologia, falta de preparo e alta rotatividade os acidentes de RM estão aumentando a quantidade de ocorrência (Figura 1).



**Figura 1 – Aumento da quantidade de acidentes baseado na base de dados do FDA [4].**

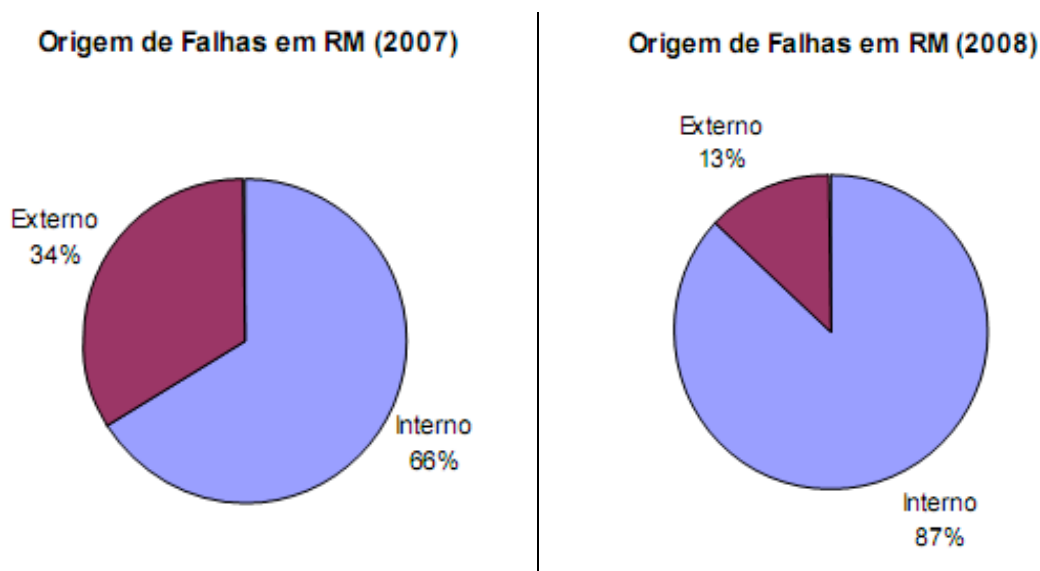
Pequenos objetos atraídos pelo magneto causam artefatos na imagem (Figura 2) que prejudicam o laudo, além de necessitar de algumas horas para reparo. Grandes objetos presos ao magneto podem gerar dias de equipamento parado (Figura 2). O treinamento foi realizado com periodicidade trimestral e duração de duas horas, sendo cada turma formada por um grupo profissional (médicos, operadores, enfermagem, etc.)



**Figura 2 – Distorção do campo causado por um clipe metálico de papel preso no interior do magneto (direita), e cadeira presa no magneto (esquerda). Foram necessários dois dias para retirada [5].**

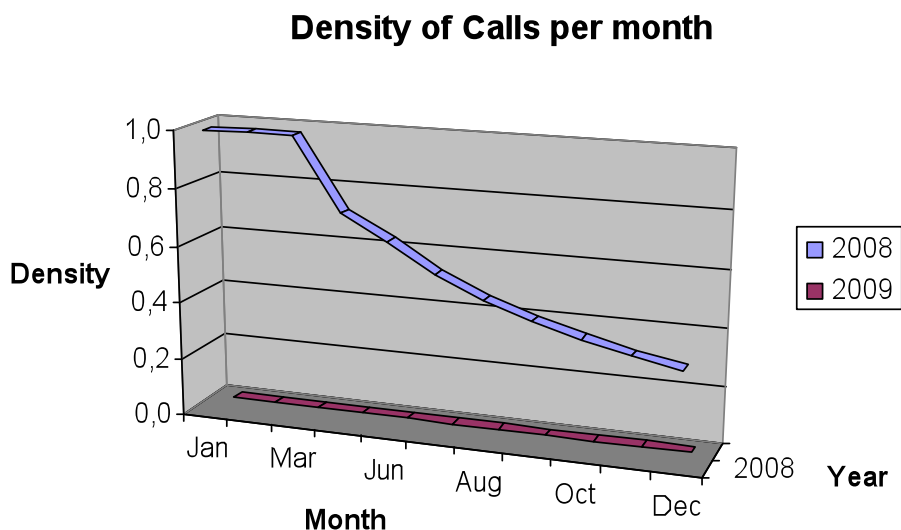
## RESULTADOS

Os resultados sobre a origem das falhas foram apresentados sob forma gráfica. Na Figura 3 apresenta-se o resultado dos chamados do ano de 2007 e 2008.



**Figura 3: Qualificação dos chamados ocorridos antes da intervenção (2007) e origem de falhas após orientação aos operadores e equipes de manutenção (2008).**

Os acidentes (com indisponibilidade do equipamento) apresentaram queda após o início dos treinamentos em 2008. Em 2009 não ocorreram novos eventos (Figura 4).



**Figura 4: Densidade de chamados por mês causados por acidentes em 2008 e 2009**

## DISCUSSÃO

Os equipamentos de RM são hoje em dia um dos principais métodos de diagnóstico por imagem [6]. Devido a sua complexidade e o alto custo total de propriedade um equipamento desse tipo parado por falha gera perdas financeiras (lucro cessante) e perdas não mensuráveis diretamente (valor da marca do equipamento, da clínica, atraso no diagnóstico do paciente e perda de mercado) [7].

O fator de maior contribuição para chamados externos (34% em 2007 e 13% em 2008) foram as falhas nas condições de infraestrutura que deveriam manter os parâmetros necessários para o correto funcionamento. Foram identificadas falhas nos chillers, estabilizadores de tensão, flutuações da rede elétrica, exaustores, sistemas de condicionamento de ar (temperatura e umidade). Profissionais bem treinados com relação ao uso correto de equipamentos médicos geram menor quantidade de solicitações de serviços para a área de manutenção e cometem menor quantidade de erros operacionais [3,6,8]. A estratégia de orientação dos operadores e membros da equipe de manutenção resultou na diminuição de 21% dos chamados por falhas que poderiam ser resolvidas localmente.

O treinamento em segurança diminuiu os eventos adversos e confirmou a teoria de Harada, de que um percentual de falhas e indisponibilidade de equipamentos é causado por uso incorreto e procedimentos inadequados, que por vezes pode culminar em eventos desastrosos como acidentes envolvendo colaboradores ou clientes das unidades de saúde [9]. É importante que o treinamento seja ministrado a todo novo funcionário, e os certificados tenham validade e número de registro.

## CONCLUSÕES

Foi realizado um estudo para caracterizar quantitativamente a disponibilidade operacional de equipamentos de RM em unidades de assistência a saúde do Estado do Rio de Janeiro pertencente a um único cliente privado.

A análise dos chamados abertos pelo cliente permitiu detectar que um percentual alto de equipamento indisponível era causado por falhas na infra-estrutura e no conhecimento dos operadores para lidar com eles.

A coleta de 2007 serviu para elaboração da estratégia de intervenção relativamente aos operadores. Os dados de 2008 mostraram que a estratégia adotada obteve sucesso, pois se verificou a diminuição nos chamados para manutenção.

A educação continuada minimiza a indisponibilidade por erros operacionais. Os treinamentos devem ser oferecidos conforme demanda ou periodicamente. A demanda pode ser devido à mudança tecnológica, alteração de procedimento, etc.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Médica Brasileira (2005) “Procedimentos Diagnósticos e Terapêuticos – Ressonância Magnética” In: *Classificação Hierarquizada de Procedimentos Médicos*, São Paulo, p.188-198.

2. MD BUYLINE (2008), *Full Intelligent MRI Report*, Texas: MD Buyline Inc., p41-46.
3. SIMMONS, D. A. (1982). Operator Error Causes most Biomedical Incidents. *Hospital Risk Management*, volume 4 - nº 2, Fevereiro, 1982.
4. F. Shellock et al. (2010, Jan 08). "MRI Information for patients" [Online]. Available: [http://www.mrisafety.com/safety\\_article.asp?subject=170](http://www.mrisafety.com/safety_article.asp?subject=170).
5. "Skrifstofustóll tókst á loft og festist í segulómunartæki," *Vísir.is*, 2009. [Online]. Available: <http://www.visir.is/article/20090821/FRETTIR01/263095035>
6. Riederer, S. J. (2000), "Current Technical Development of Magnetic Resonance Imaging", *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, v.19, n. 5, p34-41.
7. Coelli FC, Almeida, RMVR, Pereira WCA. A cost simulation for mammography examinations taking into account equipment failures and resource utilization characteristics. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, vol. 16, n.6, pp.1198-1202, Dec, 2010. (ISSN: 1356-1294). DOI: 10.1111/j.1365-2753.2009.01294.x
8. MD BUYLINE (2008), *Full Intelligent MRI Report*, Texas: MD Buyline Inc., p41-46.
9. SOUZA, A.F.; HERINGER, H.T.H.; JUNIOR, J.S.; MOLL, J.R. *Gestão da Manutenção em Serviços de Saúde*. São Paulo, Ed. Blucher, 2010, 190p.