

INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA NO AMBIENTE HOSPITALAR

Suzy Cristina Bruno Cabral, Sérgio Santos Mühlen

Departamento de Engenharia Biomédica – FEEC e CEB / UNICAMP

Resumo: Todos os equipamentos eletrônicos são passíveis de sofrer interferências eletromagnéticas de outros equipamentos ou do ambiente onde estão em operação, assim como podem gerar campos eletromagnéticos capazes de interferir no funcionamento de outros equipamentos. Os efeitos dessas interferências são particularmente preocupantes quando ocorrem em equipamentos eletromédicos, sobretudo quando estão monitorando ou dando suporte à vida de um paciente. Um estudo realizado no HC da UNICAMP visa determinar o perfil de imunidade e de interferência nos equipamentos da UTI pediátrica, em particular as alterações funcionais nos equipamentos eletromédicos resultantes da operação em presença de telefone celular. São relacionadas as principais alterações e suas conseqüências clínicas para os pacientes e são discutidos também os meios para prevenir e gerenciar o risco de interferências eletromagnéticas nos equipamentos eletromédicos, com atenção especial à questão das normas técnicas que regulamentam e buscam prevenir a ocorrência desses eventos.

Palavras-chave: interferência eletromagnética (IEM), equipamentos médico-hospitalares, telefonia celular, gerenciamento de risco.

Interferência eletromagnética (IEM) é a ocorrência de alterações funcionais em um determinado equipamento devido à sua exposição a campos eletromagnéticos. Todos os equipamentos eletrônicos são, em algum nível, passíveis de sofrer interferências desse tipo, assim como de gerar campos eletromagnéticos capazes de interferir no funcionamento de outros equipamentos. Os efeitos das IEMs são particularmente preocupantes quando ocorrem em equipamentos eletromédicos, sobretudo se estão monitorando ou dando suporte à vida de um paciente. Essa preocupação se justifica pelo aumento do número de fontes geradoras de campos eletromagnéticos presentes no ambiente hospitalar (equipamentos médicos, de informática, infra-estruturais, de comunicação móvel, etc.).

Para que uma IEM ocorra é necessário que coexistam:

- Fonte emissora



- Equipamento receptor
- Meio que estabeleça uma conexão entre a fonte emissora e o equipamento receptor.

Quando a transferência de energia ocorre através dos fios condutores de alimentação do aparelho receptor, diz-se que a IEM é conduzida; quando ocorre através do ar, sem conexão direta, chama-se IEM radiada; quando há transferência de cargas elétricas diretamente de um equipamento ou de um corpo para outro, ocorre uma descarga eletrostática. Qualquer uma dessas formas de IEM pode produzir perturbações no funcionamento do equipamento receptor (1).

Neste artigo serão discutidos aspectos que envolvem a IEM em equipamentos médicos de forma radiada, pois é a forma mais freqüente e mais difícil de ser detectada e controlada.

A preocupação com a IEM no ambiente hospitalar data do início dos anos 90, quando, em função da maior concentração de equipamentos eletrônicos (médicos ou não) em UTIs e centros cirúrgicos, foram identificados e relatados numerosos episódios de mau funcionamento dos equipamentos médicos. A partir de então, periódicos especializados publicaram os primeiros artigos apontando falhas em equipamentos médicos devidas à IEM, o que despertou a atenção de fabricantes e órgãos governamentais responsáveis pela saúde pública para esse problema (2, 3, 4).

Uma das formas mais eficazes de evitar fenômenos de IEM é construir os equipamentos com características que os tornem compatíveis uns com os outros em condições pré-estabelecidas. Para isso é necessário definir regras de construção e protocolos de funcionamento, descritos na forma de normas de compatibilidade eletromagnética (CEM). Diversos organismos em todo o mundo se empenharam na criação de tais normas (5), alertados pelo uso crescente de fontes intencionais de campos elétricos no ambiente hospitalar, como as redes locais sem fio (*wireless*) e a comunicação móvel (telefonia celular e demais tipos), que contribuem para aumentar a probabilidade de ocorrência de IEM em equipamentos médicos. A aplicação compulsória dessas normas depende da existência de condições nem sempre disponíveis no país, como laboratórios de avaliação certificados, normas traduzidas, pessoal técnico treinado, regulamentos de operação do sistema de qualidade com amparo legal, etc. A implantação dessas condições demanda tempo e muito investimento.

A certificação de conformidade dos equipamentos médicos à norma de segurança elétrica NBR-IEC 60601-1 (6) vem sendo implantada no Brasil desde 1994. No entanto,

essa norma não engloba os ensaios de CEM, tornando necessária a adoção de outra norma, a NBR-IEC 60601-1-2/97 (7), que prevê ensaios destinados a verificar a imunidade (campo elétrico máximo que o equipamento médico suporta sem alterar seu funcionamento) e a emissão (campo elétrico emitido pelo equipamento durante o funcionamento). Ela estabelece que os equipamentos médicos devem ser imunes a campos elétricos de até 3 V/m, e que não devem emitir campos elétricos acima de 30 dB μ V/m (31,6 μ V/m) na faixa de 30 MHz a 230 MHz, e de 37 dB μ V/m (70,6 μ V/m) na faixa de 230 MHz a 1.000 MHz, se o equipamento for classe B, isto é, para uso exclusivo em ambiente hospitalar. Esses valores definem uma condição de operação segura na maior parte dos casos, mas não oferecem garantia absoluta contra a ocorrência de IEM.

Essa norma só passou a ser obrigatória a partir de 2002, principalmente em razão da falta de laboratórios equipados e credenciados para realizar os ensaios, além do fato de incidir somente no processo de comercialização dos equipamentos novos. Os equipamentos já existentes nos hospitais, muitos deles projetados e construídos antes das atuais preocupações e das regras de CEM, estão isentos de certificação, sendo portanto o controle das IEM voluntário e de responsabilidade exclusiva do próprio hospital.

Como resultado desse quadro, a situação atual nas unidades hospitalares brasileiras é a da convivência de equipamentos médicos que passaram por ensaios de CEM com outros de emissão e imunidade desconhecidas. A Figura 1 mostra a ocorrência de conformidade dos equipamentos da UTI pediátrica do Hospital de Clínicas (HC) da UNICAMP.

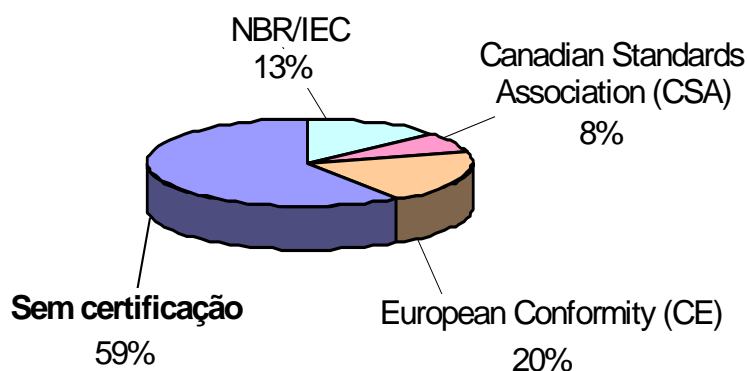


Figura 1: Declaração de conformidade dos equipamentos da UTI pediátrica do HC/UNICAMP.

Quase 60% dos equipamentos da UTI pediátrica do HC/UNICAMP não passaram

por nenhuma certificação de conformidade, e mesmo no caso dos que passaram, a certificação nem sempre incluiu o quesito CEM.

Os autores do presente artigo estão conduzindo um estudo com o objetivo de saber quais características físicas da UTI pediátrica podem estar relacionadas com o aparecimento de IEM (número, tipo e características dos equipamentos, mobiliário, instalações fixas etc.). Uma das etapas desse estudo é a verificação da imunidade dos equipamentos médicos desta UTI aos campos elétricos produzidos por telefone celular. Essa verificação mostrou-se necessária porque o telefone celular é uma fonte de campo elétrico comumente encontrada nos hospitais e cujos efeitos sobre o funcionamento dos equipamentos médicos precisam ser avaliados. Após as primeiras medições, verificou-se que um grande número de equipamentos médicos apresentou alterações quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular operando em potência máxima (600 mW). Nessa condição, o telefone celular gera campos que atingem valores acima de 40 V/m em regiões próximas da antena, enquanto o limite de imunidade dos equipamentos médicos é 3 V/m (8).

A Tabela 1 apresenta as alterações verificadas nos equipamentos médicos. É importante notar que mesmo os equipamentos médicos que passaram por certificação de conformidade de CEM apresentaram alterações no seu funcionamento, porque o campo elétrico ao qual estavam expostos na UTI era muito superior ao valor preconizado nos ensaios de certificação. Além da radiação decorrente da proximidade do telefone celular, as alterações podem ser decorrentes de campos eletromagnéticos gerados por fontes fixas próximas à UTI (instalações e equipamentos infra-estruturais) ou os próprios equipamentos médicos, que podem funcionar como fonte de IEM. Com efeito, o estudo constatou que cerca de 70% dos equipamentos da UTI pediátrica testados até agora emitem campos elétricos acima do permitido pela norma.

O fato de UTIs e centros cirúrgicos concentrarem grande número de equipamentos eletromédicos possibilita a criação de um ambiente muito agressivo em termos eletromagnéticos, onde os equipamentos podem interferir uns nos outros devido à proximidade e ao efeito da soma dos campos emitidos. Essa é uma situação relativamente freqüente e que não se previne somente pela adequação dos equipamentos às normas de CEM, demandando um gerenciamento mais cuidadoso por parte dos operadores e do suporte técnico do hospital. No caso da UTI pediátrica, foram medidos campos elétricos da ordem de 20 V/m em diversos pontos.



Tabela 1: Alterações apresentadas pelos equipamentos médicos.

Equipamento	Problema Apresentado	Implicações Clínicas
VENTILADORES PULMONARES: (modelo A)	Alterações nas pressões do ciclo ajustado. O equipamento estava ajustado para pressão máxima de 30 cmH ₂ O mas o alarme só disparou após 40 cmH ₂ O.	O excesso de PIP gera risco de barotrauma e volutrauma.
(modelo B)	A pressão entregue pelo equipamento foi menor do que a ajustada e não houve acionamento do alarme.	A baixa PIP gera hipoventilação e hipóxia no paciente.
(modelo C)	Com o telefone celular a 10 cm de distância, a ciclagem foi interrompida, disparando o alarme. A 20 cm a ciclagem foi alterada, mas sem alarme. Em alguns instantes os limites de pressão inferior e superior foram ultrapassados sem que o alarme fosse acionado.	A interrupção da ciclagem implica em parada da VPM com risco de parada respiratória, fadiga muscular ou ventilação insuficiente, assincronismo e barotrauma.
(modelo D)	Alteração nas pressões do ciclo ajustado. O equipamento foi ajustado para ciclar de 5 a 20 cmH ₂ O, mas variou de 0 a 10 cmH ₂ O sem o acionamento do alarme.	Hipoventilação e hipóxia, assincronismo, fadiga, risco de barotrauma e apnéia.
MONITORES CARDÍACOS: (modelo A)	Alterações no traçado do ECG. A frequência cardíaca aumentou de 82 bpm para 160 bpm acionando o alarme.	Estas alterações podem levar a diagnóstico e prescrição de tratamento incorretos.
(modelo B)	Alterações na forma de onda e na linha de base.	Estas alterações podem levar a diagnóstico e prescrição de tratamento incorretos.
(modelo C)	Alterações na forma de onda e na linha de base.	Estas alterações podem levar a diagnóstico e prescrição de tratamento incorretos.
OXÍMETROS DE PULSO: (modelo A)	Alterações na frequência do BIP que indica a frequência cardíaca (FC). Alterações na indicação da pulsação.	Dissociação entre FC e SpO ₂ leva a suspeita de mau funcionamento do equipamento.
(modelo B)	Alterações na frequência do BIP que indica a frequência cardíaca (FC).	Perda da confiabilidade do equipamento.
MONITOR MULTIPARÂMETROS	Alterações nas formas de onda do ECG e do SpO ₂ . A frequência cardíaca apresentada no <i>display</i> passou de 80 bpm para 150 bpm.	Estas alterações podem levar a diagnóstico e prescrição de tratamento incorretos.

Apesar do primeiro impacto de uma IEM envolver a segurança do paciente, existem outras implicações, como o aumento dos custos de manutenção (uma vez que os equipamentos podem ser considerados defeituosos e encaminhados para os serviços técnicos sem necessidade), a indisponibilidade de equipamentos e conseqüente paralisação do serviço médico, a perda da confiabilidade do resultado dos exames etc. Além disso, há necessidade de oferecer aos equipamentos certificados um ambiente condizente com sua certificação, seja para assegurar um cenário de real compatibilidade entre eles, seja para respeitar as condições contratuais de garantia perante o fabricante. Isso nem sempre é simples, pois geralmente se observa nos hospitais que, num mesmo

ambiente, funcionam tanto equipamentos médicos certificados quanto não certificados, e que as fontes de radiação fixas e móveis estão quase sempre presentes.

Assim, qualquer ação gerencial responsável com respeito a esse problema pressupõe um bom entendimento dos aspectos técnicos e normativos que governam a CEM no ambiente hospitalar. É necessário conhecer o perfil de emissão e susceptibilidade dos equipamentos eletromédicos, as características eletromagnéticas do ambiente onde os equipamentos são operados, com o reconhecimento de fontes de emissão de campos elétricos fixos e móveis, e fazer uso de um conjunto coerente de normas e regulamentos técnicos para, a partir de todas estas informações, serem propostas medidas preventivas e corretivas para minimizar a ocorrência de IEM.

Agradecimentos

À Enfermeira Isabel e à Equipe da UTI pediátrica do HC pelo auxílio na realização deste trabalho.

À Dra. Maristela pelo apoio e pela gentileza da revisão deste artigo.

Referências Bibliográficas

- 1 - C.R. Paul, *Introduction to Electromagnetic Compatibility* (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992).
- 2 - D. Marco, G. Eisinger, D.L. Hayes, *PACE*, **25** (1992).
- 3 - J.L. Silberberg, *Compliance Engineering*, **10:5** (1993).
- 4 - K.S. Tan, I. Hinberg, *IEEE Proceedings* (1994).
- 5 - J.L. Silberberg, *FDA/CDRH*, **April**, 1.298-1.303 (2000).
- 6 - ABNT, “*NBR/IEC 60601-1 Norma Geral: Prescrições Gerais Para Segurança Elétrica de Equipamentos Eletromédicos*” São Paulo (1994).
- 7 - ABNT, “*NBR-IEC 60601-1-2 Norma Colateral: Compatibilidade Eletromagnética Prescrições e Ensaios em Equipamentos Eletromédicos*” São Paulo (1997).
- 8 - S.C.B. Cabral, S.S. Mühlen, *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, **18:3**, 113-122 (2002).

