



INTERFERÊNCIA PERIGOSA

Em instituições hospitalares, existem muitos equipamentos eletromédicos que dão suporte à vida dos pacientes ou que monitoram dados vitais, funcionando como orientadores da terapêutica instalada. Há monitores cardíacos, oxímetros de pulso, eletroencefalógrafos, eletrocardiógrafos, bisturis elétricos, bombas de infusão e manguitos de pressão automáticos e não-invasivos, entre outros. Nos últimos tempos, os profissionais de saúde têm relatado dificuldade para regular tais equipamentos em locais de uso intenso de diferentes tipos de aparelhos, o que provoca problemas funcionais como desligamento, não-regulagem do tempo de infusão desejado, modificação do fluxo inicialmente programado e alteração indevida dos dados registrados. Ciente dos riscos que esse fenômeno pode oferecer aos pacientes, a Revista SOBECC foi buscar esclarecimentos sobre o assunto com o engenheiro eletrônico e biomédico Sérgio Santos Mühlen, professor doutor da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – Centro de Engenharia Biomédica, da Universidade Estadual de Campinas. A conversa com o especialista resultou na entrevista que se segue.

Revista SOBECC – Esses problemas de interferência podem mesmo acontecer? Por quê?

Mühlen – Sim. A razão é que os equipamentos médicos são controlados por circuitos eletrônicos, que podem se comunicar entre si indistintamente, como se dá entre um aparelho de televisão e uma antena transmissora ou, então, entre um telefone sem fio e sua base. Qualquer circuito eletrônico tem o poder de radiar energia na forma de ondas eletromagnéticas (de rádio) e, do mesmo modo, a capacidade de receber parte dessa energia eletromagnética transmitida. Quando a transmissão é intencional, como nos exemplos que mencionei, então são escolhidas frequências de trabalho e níveis de potência bem determinados, até estabelecidos por lei, para maximizar a eficiência do processo e evitar sua interferência em ou-

tros equipamentos, mas tais circuitos sempre se comunicam, com maior ou menor intensidade. Quando, ao contrário, queremos impedir a interferência pelas perturbações indesejáveis que ela pode provocar no equipamento-alvo, então temos que adotar diversas medidas preventivas, entendendo, antes de tudo, o fenômeno da interferência eletromagnética.

RS – O que vem a ser interferência eletromagnética entre equipamentos?

Mühlen – A interferência eletromagnética (ou *electromagnetic interference* – EMI) consiste na ocorrência de modificações no funcionamento de um determinado equipamento devido à sua exposição a campos eletromagnéticos, geralmente produzidos por outros aparelhos. Essa modificação pode ser desejável – no caso de transmissão de imagem ou de voz por



equipamentos de telecomunicação – ou indesejável, quando causar o funcionamento imprevisível de outras máquinas. Os efeitos das EMIs são particularmente preocupantes quando atingem aparelhos eletromédicos que estejam monitorando um paciente ou dando suporte à sua vida. De qualquer forma, só vai ocorrer interferência se houver simultaneamente três condições: ao menos um equipamento eletrônico que funcione como fonte, ao menos um equipamento-alvo e um meio de comunicação para as ondas eletromagnéticas entre eles. Por aí já dá para perceber que, para evitar ou limitar os efeitos das EMIs, devemos agir de maneira a dificultar a emissão por parte da fonte, a recepção no alvo e a comunicação das ondas eletromagnéticas.

RS – Que aparelhos causam alterações



eletromagnéticas entre si ou provocam interferência em outras máquinas?

Mühlen – Em princípio, qualquer equipamento eletrônico pode agir como fonte de perturbações, assim como ser vulnerável a algum nível de radiação vindo do exterior, gerado por outros aparelhos (médicos ou não). Por isso, o controle das EMIs é, às vezes, um pouco intrincado, uma vez que deve considerar a interferência entre cada equipamento presente em um ambiente, da mesma forma que as instalações elétricas desse local (aparelhos de ar-condicionado, motores de elevador, centrais de computação ou de telefonia, transformadores de alimentação elétrica, etc.).

RS – O telefone celular pode interferir em outro equipamento?

Mühlen – Sem dúvida. Por se tratar de um aparelho feito para estabelecer comunicação com outro via ondas eletromagnéticas, o celular é intrinsecamente interferente, gerando ondas que podem ser captadas por quaisquer antenas, nas quais aparece uma pequena corrente elétrica. É o que se espera para a comunicação da voz, mas a captação ocorre também quando um fiozinho, ou um componente eletrônico dentro do equipamento médico, funciona como antena receptora. Pelas características da frequência da onda eletromagnética emitida, basta o fiozinho ter alguns centímetros, e nele vai ser induzida uma corrente elétrica proveniente do celular. Existe a possibilidade de que essa corrente parasita não acarrete nenhuma modificação no equipamento médico, porém ela pode ser confundida com as correntes elétricas normais do aparelho, resultando em um comportamento imprevisível e, às vezes, lesivo para o paciente.

RS – Existe algum estudo sobre esse fenômeno? Se afirmativo, com que

objetivo?

Mühlen – O fenômeno da interferência magnética é tão antigo quanto a radiodifusão, e o que eu disse até aqui não representa novidade alguma. O assunto tem sido estudado há décadas. Alguns relatos já foram publicados no Japão, em Israel, nos EUA e em países europeus (*veja as referências na página 12*). No Brasil, tive a oportunidade de participar do primeiro estudo publicado a respeito da interferência da telefonia celular sobre equipamentos médicos, em 2001. O problema é que, com o aumento assustador da quantidade de equipamentos eletrônicos que hoje apóiam as atividades médicas, somado à presença dos aparelhos não médicos que passaram a infestar os hospitais (equipamentos de comunicação e de informática, instalações elétricas, etc.), hoje a probabilidade de haver interferência eletromagnética ficou muito maior que no passado.

RS – Há alguma relação das EMIs com a distância entre os equipamentos?

Mühlen – Sim, e isso é devido a uma característica presente em todas as formas de radiação: a intensidade do campo eletromagnético radiado sempre diminui com a distância da fonte. Se a radiação é intencional, como nas telecomunicações, essa falta de proximidade constitui um problema que todos conhecemos: quando o receptor está longe demais da fonte, temos uma recepção deficiente ou mesmo impossível. Se a radiação é indesejável, pode-se aproveitar tal característica para diminuir os efeitos da interferência, afastando a fonte do alvo. Nessa linha, os limites máximos já foram determinados por normas de emissão tolerável para equipamentos eletromédicos, assim como os limites mínimos de imunidade que eles devem suportar. Para respeitar os níveis estabelecidos, muitas vezes basta colocar os

aparelhos a uma distância segura dos demais, de modo a reduzir a ocorrência de interferência.

RS – Que distância é essa? Dê um exemplo.

Mühlen – A distância de segurança varia para cada par fonte-alvo, pois os equipamentos nunca são igualmente interferentes ou vulneráveis. De acordo com nossas medidas e com as referências internacionais, a maioria dos equipamentos médicos construídos segundo as normas de segurança do Ministério da Saúde já tolera a intensidade do campo eletromagnético produzido por um telefone celular a mais de três metros de distância. Isso não significa proteção absoluta, mas, sim, redução da probabilidade de interferência. Afinal, há também radiações refletidas no mobiliário, no teto e no pessoal que ocupa a sala, uma vez que a trajetória da interferência nem sempre é previsível ou reprodutível. Por essa razão, a maior parte dos hospitais preocupados com tal problema adota medidas de restrição ao uso de aparelhos de comunicação móvel (telefones celulares, radiocomunicadores, *paggers*, etc.) nas proximidades de recintos com grande concentração de equipamentos eletromédicos, como é o caso do Centro Cirúrgico, em especial as Salas de Operação e de Recuperação Pós-Anestésica, das UTIs e dos locais onde se realizam exames como eletroencefalografia e angiografia, entre outros.

RS – Que equipamentos sofrem maior influência das EMIs?

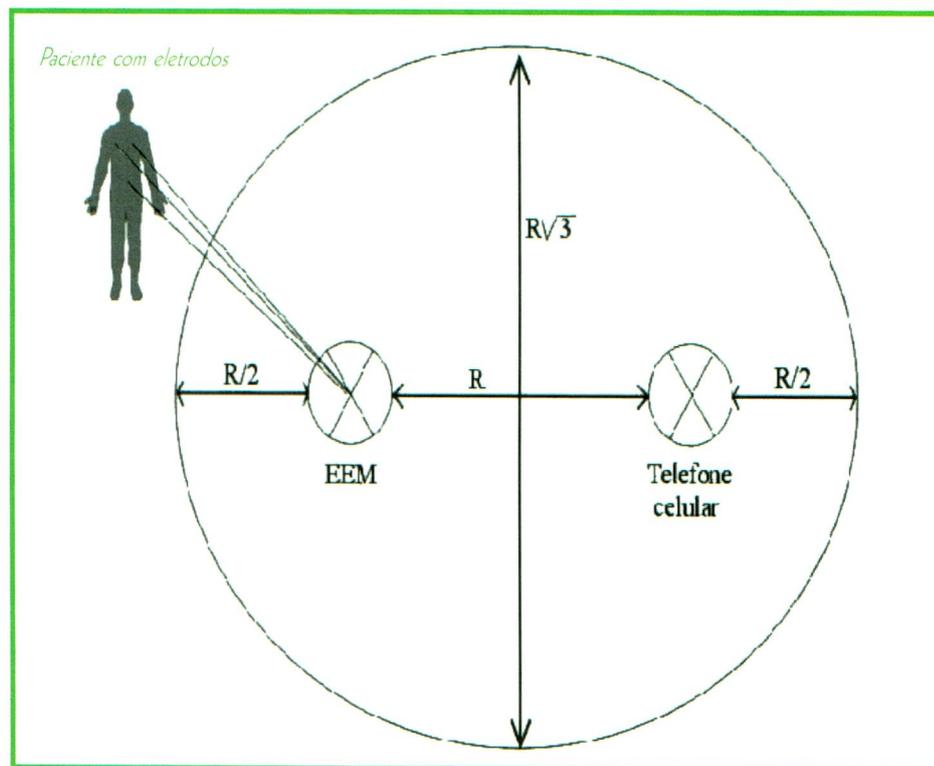
Mühlen – Os equipamentos eletromédicos podem ser sempre vulneráveis, conforme a intensidade da radiação eletromagnética, o que, contudo, depende também de suas características construtivas, ou seja, de seu projeto: se são ou não controlados por microprocessador, se têm



ou não blindagem eletromagnética no gabinete, se possuem ou não filtros nos cabos de alimentação para evitar interferências conduzidas pela rede, etc. Além disso, o modo de operação igualmente é capaz de tornar um mesmo aparelho mais suscetível em um momento do que em outro. As máquinas que podem ser programadas, por exemplo, ficam mais vulneráveis no instante da programação do que quando estão executando as tarefas; do mesmo modo, são mais facilmente vítimas das EMIs quando realizam cálculos ou processam imagens. Curiosamente, a sofisticação dos equipamentos faz com que eles sejam, até certo ponto, menos confiáveis do que os mais simples, embora esse fato não constitua uma regra. É apenas uma constatação de que vivemos, atualmente, um conflito de gerações tecnológicas: nos hospitais coexistem tecnologias modernas com tecnologias antigas, mas o projeto de cada uma nem sempre pode ter tomado os cuidados necessários para considerar o efeito dos equipamentos vizinhos. Uma bomba de infusão ou um monitor cardíaco que hoje têm cinco anos de idade e funcionam de forma perfeita provavelmente foram projetados há uns dez anos, numa época em que a preocupação com a telefonia celular nem existia. Essa realidade, às vezes, torna incompatíveis duas tecnologias eficientes e seguras, se consideradas individualmente, mas que não estão adaptadas para funcionar perto uma da outra.

RS – Então, quanto mais moderno e provido de ajustes internos com chips for o equipamento, mais vulnerável ele vai ser a interferências? Por quê?

Mühlen – Os equipamentos microcontrolados possuem verdadeiros computadores em seu interior, que podem realizar grandes quantidades de cálculos, armazenar informações em memórias, controlar ou



Elipse com o equipamento eletromagnético posicionado no local da antena de medida.

trolos aparelhos, disparar alarmes, apresentar tendências na evolução do quadro clínico dos pacientes, propor condutas médicas, etc. Mas continuam a ser equipamentos eletrônicos, estando, portanto, suscetíveis às ondas eletromagnéticas. Pelo fato de executarem muito mais operações por segundo que máquinas mais simples, são proporcionalmente mais sujeitos a erros, no caso de haver alguma interferência. Por outro lado, os mais modernos têm de satisfazer às exigências de normas de segurança recentes, muito mais estritas do que eram no passado, o que compensa, em parte, sua maior vulnerabilidade potencial. De qualquer maneira, é preciso ter certeza de que os aparelhos estão realmente em conformidade com tais normas.

RS – Um ambiente pode ser melhor ou pior para a existência de interferência eletromagnética? Em que locais o fenômeno ocorre mais frequentemente?

Mühlen – Todo ambiente em que há grande concentração de equipamentos

eletrônicos é propício ao aparecimento de interferências eletromagnéticas. Portanto, sempre que possível, deve-se evitar a ligação de mais aparelhos do que for estritamente necessário, observando uma distância de segurança entre eles – ou seja, quanto menores os espaços, maiores os problemas. Dá para entender, agora, por que evitar telefonia móvel nas áreas hospitalares é uma das formas mais fáceis de controlar o efeito das EMIs.

RS – Há alguma norma que estabelece parâmetros para identificar a interferência eletromagnética aceitável e a não aceitável entre os equipamentos?

Mühlen – Sim. Além de algumas normas internacionais, o Ministério da Saúde, no Brasil, adotou os limites de emissão e suscetibilidade prescritos na *Norma Colateral: Compatibilidade Eletromagnética, Prescrições e Ensaios em Equipamentos Eletromédicos*, NBR-IEC 60601-1-2, da ABNT (São Paulo, 1996). Todos os equipamentos eletromédicos comercia-



lizados legalmente no País devem atender às determinações dessa norma, o que é verificado no momento de seu registro no Ministério da Saúde. Um certificado de conformidade, emitido por um organismo de certificação credenciado pelo INMETRO, deve ser apresentado como parte dos documentos exigidos para a obtenção do registro.

RS – O que podemos fazer para diminuir os riscos para o paciente, tornando mais segura a avaliação dos dados emitidos pelos monitores?

Mühlen – Evitar a proximidade de todo equipamento eletrônico que não seja imprescindível no ambiente médico; alimentar aparelhos interferentes (como os bistris elétricos) em tomadas de circuitos distintos dos de equipamentos de monitoração ou medição (a exemplo de monitores cardíacos ou oxímetros de pulso); priorizar a comunicação pelo telefone fixo, evitando, ao máximo, a telefonia móvel; manter celulares desligados nos locais de maior concentração de equipamentos eletromédicos; somente adquirir novas máquinas que estejam em conformidade com a legislação de segurança em vigor; realizar periodicamente manutenção preventiva nos aparelhos e nas instalações para minimizar a ocorrência de interferências causadas por mau funcionamento dos dispositivos de proteção e segurança; treinar as equipes de trabalhadores das unidades de saúde (médicos, profissionais de Enfermagem, estudantes, pessoal da limpeza e técnicos de manutenção) sobre os riscos das interferências eletromagnéticas. Em resumo, o uso de telefonia móvel no hospital não resulta obrigatoriamente na EMI, com prejuízo para o paciente, mas aumenta bastante sua probabilidade. Por outro lado, não se trata de jogar fora todos os equipamentos médicos que apresentarem sintomas de interferência – o melhor remédio é adminis-

trar o fenômeno com conhecimento e responsabilidade, seguindo as regras aqui descritas.

PARA SABER MAIS

Baba, I.; Furuhashi, H.; Kano, T.; Watanabe, S.; Ito, T.; Nojima, T.; Tsubota, S. Experimental Study of Electromagnetic Interference from Cellular Phone with Electronic Medical Equipment, *Journal of Clinical Engineering*, march/april, 1998, p. 122-134.

Boyd, S.; Boivin, W.; Coletta, J.; Harris, C.; Neubauer, L. Documenting Radiated Electromagnetic Field Strength in the Hospital Environment, *Journal of Clinical Engineering*, march/april, 1999, p. 124-132.

Casamento, J.; Ruggera, P. Applying Standardized Electromagnetic Compatibility Testing Methods for Evaluating Radiofrequency Interference with Ventilators, *Biomedical Instrumentation & Technology*, september/october, 1996, p. 418-425.

David, Y.; Bukhari, S.; Paperman, D. Management of Electromagnetic Interference at a Hospital, *Journal of Clinical Engineering*, march/april, 2000, p. 95-103.

Kimel, W.; Gerke, D. *Electromagnetic Compatibility in Medical Equipment: A Guide for Designers and Installers*, IEEE, Inc, 1995, New York, p. 3-20.

Silberberg, J. Performance Degradation of Electronic Medical Devices Due to Electromagnetic Interference, *Compliance Engineering*, vol. X, nº 5, fall 1993.

AHA, *Electromagnetic Interference: Causes and Concerns in the Health Care Environment*, *Healthcare Facilities Management Series*, Texas, 1994, p. 1-15.

AUTORIA

Entrevista concedida a **Maria Isabel Pedreira de Freitas Ceribelli**, enfermeira e professora doutora do Departamento de Enfermagem da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas e membro do Conselho Editorial da *Revista SOBECC*.