



Assunto: Sistemas de comunicações móveis: interferência com dispositivos médicos em unidades de saúde

Nº: 26/DSA
DATA: 02/06/06

Para: Todos os serviços de saúde

Contacto na DGS: Divisão de Saúde Ambiental

Em Julho de 2003, foi constituído, por Despacho do Senhor Director-Geral da Saúde, um Grupo de Trabalho sobre Campos Electromagnéticos (0 Hz – 300 GHz) constituído por representantes da Direcção-Geral da Saúde e dos Centros Regionais de Saúde Pública, para funcionar sob a coordenação da Divisão de Saúde Ambiental.

Numa primeira fase que decorreu desde Outubro de 2003 foram elaboradas as seguintes Circulares, disponíveis para consulta na página da Internet da Direcção-Geral da Saúde (www.dgs.pt):

- Circular Normativa nº 19/DSA, de 24 de Setembro de 2004, relativa à Aplicação do Decreto-Lei nº 11/2003, de 18 de Janeiro, que regula a autorização municipal inerente à instalação e funcionamento das infra-estruturas de suporte de estações de radiocomunicações e respectivos acessórios".
- Circular Informativa nº 68/DSA, de 27 de Dezembro de 2004, relativa a "Sistemas de Comunicações Móveis – Efeitos sobre a Saúde Humana".

Na segunda fase de funcionamento do Grupo de Trabalho, foi considerada como actividade prioritária a elaboração de recomendações sobre "Sistemas de comunicações móveis: interferência com dispositivos médicos em unidades de saúde", na qual a presente Circular Informativa se insere.

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da sociedade foram surgindo no mercado dispositivos médicos mais evoluídos, desenvolvidos com recurso a novas tecnologias, tendo levado a que o mundo da medicina se tornasse cada vez mais dependente da electrónica. Em simultâneo, tem-se verificado a difusão de novas tecnologias de comunicação (telemóveis, sistemas de redes sem fios).

Em resultado destas novas formas de desenvolvimento, assistiu-se ao eclodir de problemas relacionados com a interacção entre os equipamentos que emitem ou produzem energia electromagnética (EM) e os dispositivos ou equipamentos médicos, que apresentam na sua constituição determinados componentes electrónicos com elevada sensibilidade. Os próprios equipamentos médicos emitem energia electromagnética que pode interferir com outros dispositivos ou equipamentos. As fontes de possível interferência electromagnética têm aumentado de ano para ano.

Os telemóveis, por exemplo, podem constituir ferramentas essenciais para garantir boas práticas de gestão nas unidades de saúde e assegurar o acesso mais rápido dos cuidados de saúde aos doentes. No entanto, estes equipamentos podem ser responsáveis pelo aparecimento de problemas relacionados com interferências electromagnéticas, passíveis de afectar certos dispositivos médicos de forma adversa.

Como consequência, podem surgir situações de mau funcionamento dos dispositivos médicos em hospitais, que oscilam entre disfunções ligeiras até situações que oferecem maior risco para a saúde dos doentes. Esta situação apresenta particular relevância quando os equipamentos de comunicações móveis são introduzidos de forma não controlada nas unidades de saúde, pelos doentes, visitantes ou funcionários.

A falta de informação sobre os sistemas de comunicações móveis existentes, as interferências electromagnéticas e os procedimentos de gestão culminou em políticas por vezes inconsistentes em diferentes unidades de saúde, relacionadas com a utilização dos equipamentos de comunicações móveis.

A adopção de medidas demasiadamente restritivas em unidades de saúde pode originar a criação de obstáculos aos benefícios das tecnologias de comunicações móveis. Por outro lado, a utilização desregrada destes equipamentos em hospitais pode colocar os doentes em risco.

Neste contexto, atendendo à preocupação que existe no que respeita à possibilidade de interferência entre radiações electromagnéticas (radiofrequências) e determinados equipamentos, torna-se necessário transmitir algumas orientações às unidades de saúde, essenciais para minimizar o risco de interferência com os dispositivos médicos que oferecem maior sensibilidade.

2. CONCEITOS

De acordo com o Decreto-Lei nº 78/97, de 7 de Abril, um dispositivo médico activo é *qualquer dispositivo médico cujo funcionamento dependa de uma fonte de energia eléctrica ou de outra fonte de energia diferente da gerada directamente pelo corpo humano ou pela acção da gravidade.*

Segundo a Directiva do Conselho 89/339/CEE, de 3 de Maio, relativa à aproximação das legislações dos estados membros respeitantes à compatibilidade electromagnética, **interferências electromagnéticas** correspondem aos “fenómenos electromagnéticos susceptíveis de criar perturbações no funcionamento de um dispositivo, de um aparelho ou de um sistema. São consideradas interferências electromagnéticas um ruído electromagnético, um sinal indesejado ou uma alteração do próprio meio de propagação”. A **imunidade** corresponde à “capacidade de um dispositivo, de um aparelho ou de um sistema para funcionar sem diminuição de qualidade em presença de uma interferência electromagnética”.

A **compatibilidade electromagnética** é, de acordo com a **International Electrotechnical Commission (IEC)**, a “capacidade de um dispositivo, de um aparelho ou de um sistema para funcionar no seu ambiente electromagnético de modo satisfatório e sem produzir ele próprio interferências electromagnéticas intoleráveis para tudo o que se encontre nesse ambiente”.

3. ENQUADRAMENTO NORMATIVO

O Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial sobre a Exposição da População aos Campos Electromagnéticos, elaborado nos termos do Despacho nº 8/2000, de 7 de Janeiro, e apresentado ao Sr. Ministro da Saúde em Abril de 2003, inclui um conjunto de Recomendações, de entre as quais se destaca:

“Considerando...

- ix. a existência de equipamentos médicos em unidades hospitalares cujo desempenho poderá ser afectado pela existência de campos electromagnéticos provenientes de fontes de radiações não ionizantes fixas ou móveis;
- x. a necessidade de proteger dispositivos médicos, tais como próteses metálicas, estimuladores e desfibrilhadores cardíacos e implantes cocleares, cuja operação poderá ser afectada por campos electromagnéticos das mais variadas origens;

Recomenda-se que:

7. se promovam estudos no sentido de identificar quais os valores dos campos electromagnéticos que poderão afectar a operação quer dos equipamentos instalados em unidades de saúde, quer dos equipamentos transportáveis, tais como próteses metálicas, estimuladores e desfibrilhadores cardíacos e implantes cocleares;

8. se garanta que os equipamentos instalados em unidades de saúde não são sujeitos a campos electromagnéticos superiores aos definidos nas suas especificações; as entidades com responsabilidades nestas matérias informem, de forma objectiva e fundamentada, os portadores de próteses metálicas, estimuladores e desfibrilhadores cardíacos e implantes cocleares, dos cuidados a ter e das medidas que devem tomar para garantir a boa operação desses equipamentos."

A Direcção-Geral da Saúde (DGS), nos termos do Decreto-Lei n.º 122/97, de 20 de Maio, tem competência na orientação, coordenação e fiscalização das actividades de prevenção da doença e da prestação de cuidados de saúde, nas instituições prestadoras de cuidados de saúde e serviços de saúde.

Compete à Divisão de Saúde Ambiental a orientação técnica das actividades de prevenção, promoção da qualidade dos factores ambientais no âmbito dos estabelecimentos de saúde.

De acordo com os Decretos-Lei n.º 273/95, de 23 de Outubro e n.º 30/2003, de 14 de Fevereiro¹, compete ao Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento (INFARMED)² e ao Instituto Nacional de Saúde (INSA)³:

- a fiscalização do mercado na fase de pós-comercialização dos dispositivos médicos;
- a cooperação na criação de uma base de dados Europeia de Dispositivos Médicos;
- a validação de todas as informações recebidas sobre dispositivos médicos que se encontrem a ser comercializados em território nacional, quer por parte dos fabricantes, quer por parte dos distribuidores e a vigilância dos dispositivos médicos.

¹ Os Decretos-Lei n.º 273/95, de 23 de Outubro e n.º 30/2003, de 14 de Fevereiro transpõem para o direito interno a Directiva Comunitária n.º 93/42/CEE, de 14 de Junho de 1993, alterada pelas Directivas 98/73/CE, 2000/70/CE e 2001/104/CE, relativas aos dispositivos médicos

² O INFARMED é autoridade competente nacional para dispositivos médicos não activos, dispositivos médicos para diagnóstico *in vitro* e vigilância dos dispositivos médicos não activos e activos

³ O INSA é autoridade competente nacional para dispositivos médicos implantáveis activos e dispositivos médicos activos

4. INTERFERÊNCIAS DOS SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS EM EQUIPAMENTOS MÉDICOS

As fontes mais comuns de interferências electromagnéticas em hospitais incluem os monitores, os equipamentos de diatermia médica e as unidades de electrocirurgia. Existem também outras fontes fixas tais como as antenas de transmissão (difusão de rádio e televisão, e estações base de sistemas de comunicações móveis, entre outros). No entanto, o segmento que mais tem contribuído para a existência de problemas de interferência electromagnética diz respeito aos equipamentos portáteis, que incluem os telemóveis, rádios de emergência (usados em ambulâncias, por ex.), *walkie talkies* e os sistemas de comunicação pessoal.

De acordo com estudos realizados, os campos de radiofrequências de maior intensidade que podem ser registados em hospitais são resultantes essencialmente de fontes internas ao hospital (equipamento médico, transmissores portáteis). As estações base localizadas nos telhados dos edifícios das unidades de saúde não exercem interferência nos dispositivos médicos.

Apresentam-se no quadro seguinte alguns exemplos de interferência electromagnética em equipamentos médicos registados em hospitais.

Quadro 1 – Interferências electromagnéticas em equipamentos médicos (1992 a 1995)

Equipamento afectado	Efeito	Consequências potencialmente graves?
Sistemas de monitorização	Alarmes na estação central e sistemas de impressão suprimidos	Sim – No entanto, sem consequências clínicas adversas resultantes deste incidente, associado com o uso de múltiplos telemóveis na mesma sala
Sistemas de monitorização	Observados artefactos no traçado	Não – Ocorreu interferência com o traçado que reverteu ao cessar a transmissão
Sistemas de monitorização	Apresentadas leituras de tensão arterial elevada	Não – Foram apresentadas leituras erradas que reverteram ao cessar a transmissão
Sistema de monitorização de ECG por telemetria	Observados artefactos no traçado	Não – Ocorreu interferência com o traçado que reverteu ao cessar a transmissão
Sistema de monitorização de ECG por telemetria	Desconhecido	Não

Equipamento afectado	Efeito	Consequências potencialmente graves?
Bombas de infusão	O alarme soou (com eventual alteração da taxa de infusão)	Não
Ventilador (operado num veículo)	Activação inadequada do alarme de baixa-pressão	Não

Fonte: Emergency Care Research Institute (ECRI). Electromagnetic Interference and Medical Devices: An Update on the Use of Cellular Telephones and Radio Transmitters in Healthcare Facilities. *Health Devices* Feb-Mar 1996; 25(7); 263.

Embora a maior parte dos dispositivos médicos existentes em hospitais cumpram os valores limite de imunidade estipulados na Norma IEC 60 601-1, aplicada aos equipamentos médicos eléctricos e que estabelece condições gerais de segurança (3 V/m, na gama das comunicações móveis), o campo eléctrico produzido pelos telemóveis que estejam a funcionar na sua potência máxima pode ainda exceder este valor a distâncias superiores a 1 m.

Num estudo realizado pela *Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency* do Reino Unido em 18 hospitais – com a finalidade de avaliar a compatibilidade de diversos equipamentos de comunicações móveis com os dispositivos médicos –, foram testados um total de 178 modelos de dispositivos médicos e uma ampla gama de equipamentos de comunicações móveis. Cerca de 23% dos dispositivos médicos estudados registaram interferência electromagnética. 43% destes incidentes com interferências teriam um impacto directo na saúde, com efeitos potencialmente “graves”.

No que respeita à interferência proveniente da utilização de telemóveis a 1 m dos dispositivos médicos, apenas 4% destes sofreram efeitos. Não foi registada qualquer diferença entre telefones móveis analógicos e digitais. Em menos de 0,1% destes dispositivos médicos os efeitos foram considerados “graves”.

5. RECOMENDAÇÕES

A utilização de tecnologias *wireless* em hospitais é inevitável atendendo às inúmeras vantagens associadas à melhoria da comunicação entre os profissionais de saúde, funcionários, doentes e população em geral. No sentido de tirar partido dos benefícios associados aos sistemas de comunicações móveis em hospitais, poder-se-ia equacionar a hipótese de fornecer telemóveis aos médicos e outros funcionários, para facilitar o acesso à comunicação e informação. Esta medida poderia conduzir à

utilização destes equipamentos em qualquer local dentro das unidades de saúde, incluindo zonas mais sensíveis onde se encontram determinados dispositivos médicos críticos.

Consequentemente, seria necessário realizar testes em todas as zonas críticas, no sentido de garantir que as categorias de dispositivos médicos que oferecem maior sensibilidade não serão afectadas. Acresce ainda a dificuldade em prever a interferência electromagnética em algumas situações, atendendo ao facto de alguns dispositivos médicos utilizados em hospitais serem relativamente antigos e, consequentemente, apresentarem menor imunidade electromagnética em comparação com os dispositivos mais recentes.

O efeito produzido pela interferência é, na maior parte dos casos, transitório e pode ser evitado afastando o telemóvel do dispositivo médico que está a ser utilizado.

Por vezes é difícil garantir o cumprimento do valor de campo eléctrico de 3 V/m constante da Norma IEC 60 601-1-2 (norma específica quanto à compatibilidade electromagnética), através de distâncias de afastamento, dado que existem muitos factores que influenciam a exposição, tais como a presença de superfícies metálicas nas proximidades.

Deverão, assim, ser garantidas separações mínimas entre as fontes de energia electromagnética de maior potência e os equipamentos médicos. Se for detectado que um dispositivo médico é mais susceptível de sofrer interferências, a utilização desses dispositivos deverá ser restringida em determinados locais.

A distância mínima de segurança a garantir de forma a evitar a interferência electromagnética depende de diferentes factores, entre os quais a potência do equipamento e a imunidade do dispositivo médico utilizado. Se um equipamento médico instalado perto de um aparelho de recepção e transmissão de sinais de rádio obedecer à Norma IEC 60 601-1-2, a possibilidade de ocorrer interferência é mínima, desde que sejam mantidas distâncias de aproximadamente 2 m (no caso de telemóveis) e **aproximadamente 6 m** (no caso de outros transmissores). A estas distâncias, a intensidade máxima do campo eléctrico está abaixo do valor de imunidade constante da Norma IEC 60 601-1-2.

Um equipamento que não ofereça garantias quanto ao cumprimento desta Norma possui um valor de imunidade que é desconhecido, pelo que será necessário garantir um maior afastamento em relação ao dispositivo médico, da ordem dos 15 m. Neste caso, não será aconselhável a utilização de equipamentos móveis no local ou mesmo até sair da sala onde se encontra o equipamento/dispositivo médico.

Atendendo a todos estes aspectos e à dificuldade em garantir que todos os dispositivos médicos apresentam imunidade às radiações electromagnéticas, torna-se mais adequado restringir a utilização das comunicações móveis pelos médicos, doentes, funcionários e visitantes em algumas áreas específicas das unidades de saúde.

As recomendações que se seguem são provenientes da *Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency* (MDA SN 9706, Abril 1997), do Reino Unido, e dirigem-se a todos os profissionais da área hospitalar, incluindo os responsáveis pela operação dos equipamentos médicos electrónicos ou pelos equipamentos de comunicações móveis instalados nas unidades de saúde, em particular: gestores, directores, médicos, enfermeiros e engenheiros/técnicos da área biomédica. Estas recomendações referem-se ao uso de sistemas de comunicações móveis em meio hospitalar, incluindo a utilização de telemóveis.

a) Serviços portáteis de rádio de emergência (ambulâncias/polícia/bombeiros)

Estes equipamentos são os que apresentam maior probabilidade de causar problemas, devido à elevada potência de transmissão e baixas frequências de operação. Em relação a estes sistemas recomenda-se o seguinte:

- Os funcionários que utilizam estes equipamentos portáteis deverão estar alertados para os possíveis riscos associados;
- Os funcionários que utilizam estes equipamentos portáteis deverão dar conhecimento aos responsáveis do serviço onde vão entrar;
- Os serviços portáteis de rádio de emergência só devem ser utilizados nos hospitais **em caso de emergência**, e nunca para o estabelecimento de uma comunicação de rotina.
- Os funcionários que utilizem estes sistemas deverão afastar-se das áreas de tratamento antes de iniciarem ou responderem a uma chamada.
- Os operadores das centrais não devem contactar os funcionários por questões de rotina, sempre que estes estejam nas instalações do hospital.

b) Equipamentos portáteis de segurança (via rádio)

São os únicos componentes do sistema de rádio utilizados com regularidade pelos funcionários, que apresentam elevado risco de causarem problemas de interferência electromagnética.

- Os riscos podem ser minimizados com o recurso a tecnologias alternativas que ofereçam menor risco, tais como telefones portáteis ou telefones celulares (telemóveis). Caso contrário, deverá ser restringida a utilização destes equipamentos.

c) Telemóveis⁴

Estes equipamentos podem interferir com os dispositivos médicos, em especial a curtas distâncias. A maiores distâncias (em geral superiores a 2 m) o risco é reduzido substancialmente. No entanto, os telemóveis devem ser **desligados** nos seguintes locais:

- Em blocos operatórios e outras áreas de tratamento onde estejam em utilização alguns equipamentos mais sensíveis;
- Perto de um doente ligado a um equipamento médico electrónico;
- Outras áreas onde seja perceptível a existência de risco.

Os telemóveis não devem ser deixados no modo *stand-by* nas áreas indicadas, uma vez que a comunicação periódica com a estação-base não é interrompida.

A utilização do telemóvel poderá ser permitida em zonas “não clínicas”: corredores, escritórios, *halls* de entrada, zonas de bar, salas-de-espera. Não deverá ser utilizado o telemóvel em salas de cuidados intensivos, unidades coronárias, blocos operatórios, salas de emergência.

Torna-se, no entanto, essencial que os funcionários de um hospital reconheçam os sinais de interferência produzidos nos diversos equipamentos médicos.

A potência que um telemóvel emite é variável de acordo com a intensidade do sinal recebido, o que por sua vez depende da distância a que se encontra da estação

⁴ As recomendações indicadas para o uso do telemóvel aplicam-se também a outros sistemas tais como o TETRA (*Terrestrial Trunked Radio System*), e ainda computadores portáteis, *palmtops* e dispositivos de jogos, quando estejam equipados com um cartão GSM/GPRS (*General Packet Radio Service*) e/ou 3G (3ª geração UMTS – *Universal Mobile Telecommunications System*). Por outro lado, não se aplicam a sistemas de auriculares sem fios, como é o caso do *Bluetooth*.

base mais próxima. Em certas unidades hospitalares podem surgir locais onde a recepção do sinal é baixa, quer devido à própria estrutura “protectora” das paredes de algumas áreas, quer porque se trate de zonas localizadas em andar térreo, que podem dificultar a recepção do sinal. Estas condições podem levar a que os telemóveis necessitem de transmitir com a potência máxima, ou próxima do valor máximo. Nestas situações, de forma a assegurar que os telemóveis funcionam abaixo do limiar de interferência electromagnética, poderá ser equacionada a possibilidade de instalar em determinados locais infra-estruturas para melhorar a cobertura em termos da intensidade de sinal, tais como estações-base pico-celulares no interior dos próprios edifícios. No entanto, em cada unidade de saúde deve ser feita uma análise individual para determinar quais os factores de risco presentes.

É importante garantir que:

- Os utilizadores, doentes e visitantes são informados sobre as restrições;
- As áreas onde é restringido o uso do telemóvel estão devidamente identificadas;
- Os funcionários estão alertados para a possibilidade de interferência dos telemóveis com os equipamentos médicos.

d) Telefones portáteis e sistemas de computador via rádio

A probabilidade de sistemas de telefones sem fios, DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) e redes de computadores via rádio, WLANs (*Wireless Local Area Networks*) que incluem o WiFi (*Wireless Fidelity*), causarem interferências electromagnéticas é relativamente baixa, e na maior parte das circunstâncias não necessitam de restrições.

Quadro 2 – Resumo das recomendações

Risco de interferência	Tipo de sistema de comunicação	Recomendações
Elevado	Rádios analógicos dos serviços de emergência	O uso em hospitais deverá estar restrito a situações de emergência, e nunca para comunicações de rotina.
	Rádios de serviço (PBRs) e PMR446 por ex., rádios de serviços de transportes e de pessoal de manutenção (rádios two-way)	Os riscos deverão ser minimizados por meio da substituição para tecnologias alternativas de risco inferior.

Risco de interferência	Tipo de sistema de comunicação	Recomendações
Médio	<p>Telemóveis</p> <p>TETRA</p> <p>Computadores <i>laptop</i>, <i>palmtops</i> e equipamento para jogos com GSM/GPRS e/ou 3G</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não é necessária proibição total destes sistemas. ▪ Deverão ser desligados na proximidade de equipamento médico de cuidados intensivos ou de suporte de vida. ▪ Deverão ser usados apenas em áreas assinaladas. ▪ Todo o pessoal de cuidados de saúde e afins autorizado, bem como pessoal de serviços externos deverão cumprir as recomendações locais relativas ao uso.
Reduzido	<p>Telefones sem fios (incluindo DECT) e computadores com ligação a sistemas de redes de rádio excepto GSM/GPRS</p> <p>por ex., sistemas WLAN e Bluetooth</p>	<p>Estes sistemas dificilmente causarão interferências na maior parte das circunstâncias, não sendo necessária a sua restrição.</p>

Fonte: Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency, 2005

6. CONCLUSÕES

Com base nas recomendações apresentadas nesta Circular Informativa cada unidade de saúde deve proceder à identificação das áreas de maior risco, no sentido de optar pela restrição quanto ao uso de sistemas de comunicações móveis nesses locais. Para tal, é essencial a identificação clara de todos os sistemas de comunicações móveis e sem fios que existem nessa unidade de saúde (GSM/UMTS, DECT; WLANs, sistemas de emergência, entre outros) e dos respectivos locais onde são utilizados ou instalados.

Deve ser realizada formação do pessoal envolvido nas unidades de saúde, no sentido de garantir a identificação de situações de interferência electromagnética e possíveis malformações que possam ser detectadas nos equipamentos e de como minimizar o risco desse acontecimento.

Os engenheiros biomédicos devem saber como gerir a compatibilidade electromagnética em hospitais e devem questionar os fabricantes sobre eventuais problemas de incompatibilidade, antes de adquirirem qualquer equipamento médico.

O público deve respeitar a obrigatoriedade da restrição de uso de telemóveis (e outros equipamentos portáteis) nas zonas hospitalares devidamente assinaladas.

O Director-Geral da Saúde

Francisco George

Texto elaborado pelo Grupo de Trabalho sobre Campos Electromagnéticos (0 Hz – 300 GHz) da Direcção-Geral da Saúde, constituído pelos seguintes elementos:

António Tavares, Doutor – Centro Regional de Saúde Pública de LVT
Carla Barreiros, Eng.^a – Centro Regional de Saúde Pública de LVT
Catarina Nunes Lourenço, Dr.^a – Direcção-Geral da Saúde
Cristina Fraga Amaral, Eng.^a – Direcção-Geral da Saúde
Isabel Lança, Eng.^a – Centro Regional de Saúde Pública do Centro
João Brito Camacho, Dr. – Centro Regional de Saúde Pública do Algarve
José Gomes Esteves, Dr. – Centro Regional de Saúde Pública do Alentejo
José Rocha Nogueira, Dr. – Centro Regional de Saúde Pública do Norte
Maria João Pedroso, Eng.^a – Centro Regional de Saúde Pública do Centro
Mário Jorge Santos, Dr. – Centro Regional de Saúde Pública de LVT

A Direcção-Geral da Saúde agradece ao Prof. Doutor Luís Correia, responsável pelo Projecto MonIT do Instituto de Telecomunicações/Instituto Superior Técnico e ao Eng.^o António Faria Gomes do Instituto Nacional de Saúde (INSA) a colaboração prestada na revisão do texto da presente Circular Informativa.

LISTA DE SIGLAS

3G – Terceira Geração
DECT – *Digital Enhanced Cordless Telecommunications*
EM – Electromagnética
GPRS – *General Packet Radio Service*
GSM – *Global System for Mobile Communications*
IEC – *International Electrotechnical Commission*
TETRA – *Terrestrial Trunked Radio System*
UMTS – *Universal Mobile Telecommunications System*
WiFi – *Wireless Fidelity*
WLAN – *Wireless Local Area Network*

BIBLIOGRAFIA

- Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI). Electromagnetic compatibility for medical devices: Issues and solutions. FDA/AAMI Conference Report. Virginia, USA 1996.
- Cabral SC, Muhlen SS. Interferência electromagnética em equipamentos electromédicos ocasionada por telefonia celular. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica 2002 Set/Dez; Vol 18, n. 3: 141-149.

- Emergency Care Research Institute (ECRI). Electromagnetic Interference and Medical Devices: An Update on the Use of Cellular Telephones and Radio Transmitters in Healthcare Facilities. Health Devices Feb-Mar 1996; 25(7); 263.
- Food and Drug Administration (FDA). Electromagnetic compatibility program. FDA/CDRH Recommendations for EMC/EMI in healthcare facilities. www.fda.gov/cdrh/emc/emc-in-hcf.html (11.07.2005).
- Foster KR et al. Radiofrequency field surveys in hospitals. Biomedical Instrumentation & Technology 1996; Vol 30: 155-159.
- Hietanen M et al. Safe use of mobile phones in hospitals. The Radiation Protection Journal 2000 Nov; Vol. 79, suppl 2: S77-S84.
- Medical Devices Agency (MDA). Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications. DB 9702. March 1997. www.medical-devices.gov.uk (11.07.2005).
- Medical Devices Agency (MDA). Mobile communications: interference with medical devices. Safety Notice MDA SN 9706. April 1997. www.medical-devices.gov.uk (11.07.2005).
- Morrissey JJ et al. Characterization of electromagnetic interference of medical devices in the hospital due to cell phones. Health Physics 2002; 82: 45-51.
- Myerson SG, Mitchell ARJ. Mobile phones in hospitals are not as hazardous as believed and should be allowed at least in non-clinical areas. BMJ 2003; 326: 461-462.
- Williams RD. Keeping medical devices safe from electromagnetic interference. FDA Publication no 95-4261. www.fda.gov/fdac/reprints/emi.html (11.07.2005).