

ELETROMAGNETISMO: a interferência causada em equipamentos médico-hospitalares ocasionadas pelo campo eletromagnético existente em telefonia celular.

Fabiano SILVA; Jonas SILVA; Rachel SILVA; Sayonarah COSTA; Hanelle Galvão

E-mail: inter.eletromagnetica@gmail.com

Orientadores: Nilson Thomaz, Jaildo Pequeno

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Avenida 1º de Maio, 720 - Jaguaribe CEP: 58.015-430 - João Pessoa/PB Fone: (0xx83) 3208.3000 Fax: 3208.3088

Página: <http://www.ifpb.edu.br/>

RESUMO

Este artigo se propõe a partir de metodologias já existentes, mostrar os efeitos que as interferências eletromagnéticas causam no ambiente clínico-hospitalar. Dentre as propostas apontadas estão o estudo e a análise das interferências eletromagnéticas (IEM) e da compatibilidade eletromagnética entre equipamentos hospitalares, e a rede de telefonia celular, enfatizando a análise das alterações funcionais em presença de telefone celular, bem como discutir meios de prevenção e gerenciamento dos fatores que provocam essas interferências. Essas interferências ocorrem devido à capacidade que os aparelhos eletrônicos, tal como o celular, tem de gerar campos eletromagnéticos nos demais equipamentos eletrônicos e que, conseqüentemente, interferem nos mesmos, por serem passíveis a essas interferências. Esses fenômenos podem ocorrer por condução através da transferência de energia dos fios condutores de alimentação do aparelho receptor, ou por radiação, através do ar, sem conexão direta, no caso das redes de telefonia móvel e redes locais sem fio. É importante levar ao conhecimento dos gestores de saúde, engenheiros biomédicos e da população em geral, os efeitos que a interferência eletromagnética causa em equipamentos médico-hospitalares, a fim de que se discuta uma política de qualidade no processo de certificação desses equipamentos, pois a forma mais eficaz de evitar esses fenômenos é a informação aliada à construção ou adaptação dos equipamentos eletrônicos, afim de que se tornem compatíveis.

Palavras-chave: interferência eletromagnética, equipamentos médico-hospitalares, telefonia móvel.

1. INTRODUÇÃO

Com a proliferação das instalações de estações rádio-base (ERBS), aumentam também as críticas e as dúvidas sobre quais os impactos que essas fontes de radiação eletromagnética causam no meio ambiente, especificamente em equipamentos computadorizados, como os aparelhos médico-hospitalares. Este artigo abordará assuntos relacionados à interferência eletromagnética em aparelhos clínicos e de suporte a vida ocasionada através da radiação eletromagnética oriunda de telefones celulares. Essas interferências podem ocorrer por condução através da transferência de energia dos fios condutores de alimentação do aparelho receptor, ou por radiação, através do ar, sem conexão direta, no caso das redes de telefonia móvel e redes locais sem fio. Esse fenômeno pode causar degradação dos aparelhos médicos e ainda provocar a alienação e a distorção de resultados clínicos, comprometendo a saúde dos que usam estes aparelhos, isso na presença do celular em atividade.

Visto que os órgãos de defesa do consumidor não têm a instrumentação necessária para medir a exposição dos aparelhos eletrônicos a essas emissões eletromagnéticas, encontram dificuldades na implementação de uma política de qualidade, intensificando assim a incompatibilidade eletromagnética entre esses aparelhos. Estudos realizados em alguns aparelhos médico-hospitalares posteriormente citados comprovaram as alterações funcionais de alguns aparelhos cardiológicos quando expostos ao campo eletromagnético proveniente de celulares.

É de total relevância levar ao conhecimento da população os efeitos dessas interferências em equipamentos médico-hospitalares e conseqüentemente à saúde humana, a fim torná-la consciente do uso do celular próximo a estes aparelhos, evitando possíveis alterações no desempenho dos mesmos e complicações à saúde daqueles que necessitam destes aparelhos para sobreviver. Esses resultados embasados em trabalhos já consagrados e comprovados por nós, confirmaram a importância da conscientização aliada a um novo formato na gestão, fabricação e fiscalização dos aparelhos médico-hospitalares, a fim de que possam ser minimizados os impactos à saúde humana.

2. O QUE É ELETROMAGNETISMO?

É uma parte da física da qual se estuda as propriedades elétricas e magnéticas da matéria envolvendo-as entre si, explicando a relação entre elas.

2.1. Campo Elétrico

Campo elétrico é um conjunto de vetores responsáveis pelas forças elétricas. Os módulos desses vetores são proporcionais ao número de linhas de força por unidade de área perpendicular a elas. Quando um corpo encontra-se eletrizado, este mesmo corpo gera um campo elétrico em torno de si, e cada ponto deste campo é caracterizado por um vetor. Qualquer carga colocada em algum desses pontos será sujeita a uma força elétrica. Esta mesma carga gera um campo elétrico em torno dela e esse campo é responsável pela força elétrica. As linhas de força que representam o campo elétrico são linhas que indicam o sentido e a direção da força elétrica atuante na carga positiva presente num ponto qualquer do campo. No campo elétrico, sua direção é a mesma da força e seu sentido depende do sinal da carga.

2.2. Campo Magnético

O campo magnético pode ser gerado tanto por um campo elétrico variável em função do tempo como também por cargas elétricas (corrente elétrica), e movem-se num campo uniforme com uma certa velocidade, ficando sujeitas à ação de uma força magnética da qual tem direção perpendicular ao campo e a velocidade. A força é proporcional ao campo magnético, à velocidade e à carga.

3. INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA

Distúrbio que pode ser provocado tanto pelos circuitos internos dos equipamentos eletro-eletrônicos (rádios, computadores, lâmpadas, etc.) como também por eventos naturais que atingem a rede elétrica (descargas atmosféricas, por exemplo), causando uma resposta indesejada, funcionamento errático ou ainda degradação do desempenho desses equipamentos. 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. Interferência eletromagnética (EMI) é uma forma de poluição ambiental, pois seus efeitos vão desde falhas na recepção de rádio, até acidentes fatais devido à falha de sistemas de controle de segurança. Diferentes formas de EMI podem causar mau funcionamento em equipamentos eletrônicos, impedir o uso adequado do espectro de rádio frequência, interferir no funcionamento de sistemas vitais e ter até mesmo efeito sobre os tecidos humanos.

3.1. COMO ACONTECEM ESSAS INTERFERÊNCIAS?

Um campo elétrico variável gera um campo magnético variável que também irá gerar um campo elétrico e assim sucessivamente. Originando uma perturbação eletromagnética que irá se propagar no espaço, através da união dos dois campos em recíprocas induções. Como pode ser visto na figura abaixo:

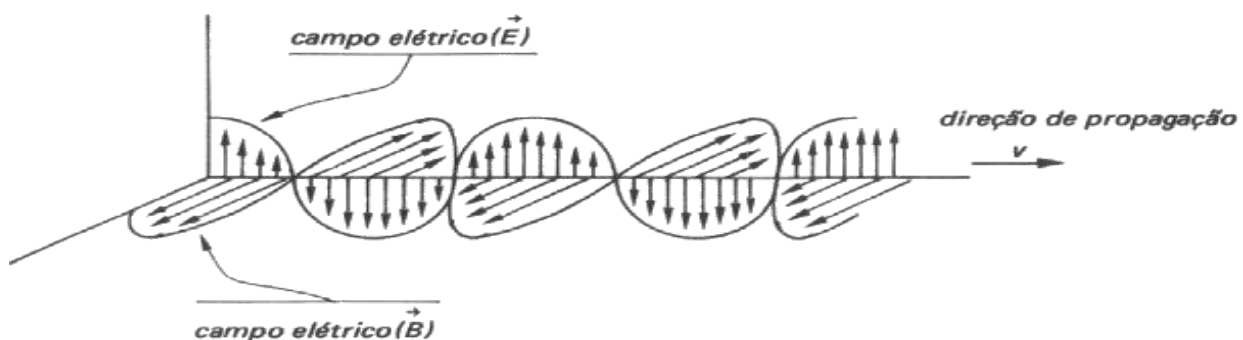


Fig.1 – União do Campo Elétrico com o Campo Magnético.

Pode-se notar na figura acima que o campo elétrico é perpendicular à direção que se propaga o campo magnético também, o que comprova que a onda eletromagnética é uma onda transversal.

3.2. O QUE PROVOCAM ESSAS INTERFERÊNCIAS?

Podem ser provocadas por distúrbios nos circuitos internos dos equipamentos eletro-eletrônicos (eletrocardiógrafo, ventiladores pulmonares, monitores cardíacos e etc.) como também por eventos naturais que atingem a rede elétrica (descargas atmosféricas, por exemplo), causando uma resposta indesejada, funcionamento errático ou ainda o mau funcionamento desses equipamentos. 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.

Segundo Suzy Cabral e Sérgio Muhlen do Departamento de Engenharia Biomédica – FEEC e CEB/UNICAMP, quando a transferência de energia ocorre através dos fios condutores de alimentação do aparelho receptor, diz-se que a IEM (interferência eletromagnética) 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.

4. QUAIS EQUIPAMENTOS SÃO MAIS NOCIVOS A ESSAS INTERFERÊNCIAS?

São os equipamentos que utilizam monitores e papéis para apresentar seus resultados; esses equipamentos possuem maior facilidade de mostrar tal interferência. Foram estudados por nós, principalmente os que servem de suporte à vida e os que dão pareceres clínicos, conforme as figuras abaixo:



Fig. 2- Eletrocardiógrafo



Fig. 3 – Monitor Cardíaco



Fig. 4– Ventilador Pulmonar



Fig. 5- Bomba de Infusão



Fig.6–Aparelho de Ultra-Sonografia



Fig. 7– Ventilador Pulmonar com Pulmão Artificial.

5. ANTENAS E CELULARES

Devido à grande adesão de celulares, cresce o número de estações rádio-base no Brasil. Uma das consequências do processo de privatização das telecomunicações está no crescimento fantástico do setor e, conseqüentemente, a proliferação de torres de telefonia celular. Essas torres estão se somando às de TV e às de rádio FM. Atualmente, estudiosos concordam apenas que cada pessoa pode suportar a radiação que varia entre 9 e 40 volts/metro. Acima de 40 V/m todos concordam que é prejudicial à saúde, com isso devemos ter conhecimento de quanto variam as radiações das torres:

Torres de TV - de 1 watt a 50 mil watts, torres de FM - de 1 watt a 30 mil watts, torres de celular - de 20 mil watts a 50 mil watts. As torres são definidas conforme o tamanho da cidade e a distância média mínima de uma torre deve ser o equivalente a um raio de 50 metros.

Hoje, existem mais de 100 milhões de aparelhos em operação. Em 2001, os fabricantes começaram a trocar todo o invólucro e antenas dos aparelhos celulares disponíveis no mercado, para evitar os malefícios da radiação no corpo humano.

De acordo com as normas administrativas NA-117 das ERBs decretada pela SUDEMA em 1999:

1. Fica vedada a instalação de Estações Rádio-Base (ERBs) e equipamentos de Telefonia sem fio, nas seguintes situações:

1.1 Antenas instaladas em Torres, Postes ou Similares:

Em distância radial inferior a 30 (trinta) metros de Centros de Saúde, medidos a partir do ponto mais próximo da antena em relação à edificação. No ponto mais próximo de hospitais, creches e clínicas médicas, o nível de radiação não poderá ultrapassar os seguintes valores: 1,94 V/m ou 0,01 W/m²;

Em distância radial inferior a 20 (vinte) metros de residências, medidos a partir do ponto mais próximo da antena em relação à edificação. Em qualquer unidade habitacional, o nível de radiação não poderá ultrapassar os seguintes valores: 9,0 V/m ou 0,21 W/m²;

Em distância inferior a 02 (dois) metros, medidos do ponto mais próximo da base da torre, poste ou similar, até qualquer limite do terreno ou unidade habitável;

Em sítios históricos, áreas indígenas ou outras áreas de relevante interesse ambiental, sem a prévia autorização do órgão competente.

1.2. Antenas instaladas sobre edificações.

Sobre edificações que abrigam Centros de Saúde;

Em distância radial inferior a 30 (trinta) metros de Centros de Saúde, medidos a partir do ponto mais próximo da antena em relação à edificação. Em hospitais, creches e clínicas médicas, o nível de radiação não poderá ultrapassar os seguintes valores: 1,94 V/m ou 0,01 W/m²;

Em distância radial inferior a 20 (vinte) metros de residências, medidos a partir do ponto mais próximo da antena. A edificação que abriga a antena deverá ficar fora do lóbulo principal de radiação. Em qualquer unidade habitacional, o nível de radiação não poderá ultrapassar os seguintes valores: 9,0 V/m ou 0,21 W/m².

Nota 1. Deverá ser apresentada a geometria do lóbulo principal das antenas instaladas sobre a edificação em relação às vizinhanças, num raio mínimo de 30 metros em relação à antena instalada.

Nota 2. A empresa responsável pelo serviço de telefonia deverá desenvolver campanhas de educação ambiental, com a população residente no entorno da ERB, promovendo palestras, fornecendo material informativo (cartilhas/cartazes/panfletos, etc.) sobre o perigo da permanência de pessoas nas proximidades da antena.

1.3 Antenas instaladas internamente (indoor)

No interior das edificações que abrigam Centros de Saúde.

Nota 1. No interior das edificações que abrigam antenas, o critério para liberação da operação será o da medição radiométrica, obedecendo aos limites da legislação em vigor, devendo as operadoras apresentar:

- Laudo radiométrico das áreas de influência de cada antena instalada;

- Diagrama de radiação de cada modelo de antena instalada, indicando sua potência ERP e o número de canais Rf. (AMPS (*Advanced Mobile Phone System*, que só permite a transmissão de voz), TDMA(*Time Division Multiple Access*, que quer dizer "Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo), CDMA(*Code Division Multiple Access*, ou Acesso Múltiplo por Divisão de Código), GSM(*Global System for Mobile Communications*, ou Sistema Global para Comunicações Móveis)) que pode transmitir simultaneamente.

Nota 2. Deve ser garantido que o nível máximo de radiação em relação ao público não poderá ultrapassar os seguintes valores: 9,0 V/m ou 0,21 W/m² e que as antenas estejam instaladas fora de seu alcance.

Nota 3. A empresa responsável pelo serviço de telefonia deverá desenvolver campanhas de educação ambiental, com a população usuária, promovendo palestras, fornecendo material informativo (cartilhas/cartazes/panfletos, etc.) sobre o perigo da permanência de pessoas nas proximidades da antena.

(Publicada no DOE 21.12.2003, republicado por incorreção (no DOE 23.01.2004)

6. O QUE AS NORMAS DIZEM?

De acordo com certificação de conformidade dos equipamentos médicos à norma de segurança elétrica NBR-IEC 60601-1 vem sendo implantada no Brasil desde 1994. No entanto, essa norma não engloba os ensaios de compatibilidade Eletromagnética, tornando necessária a adoção de outra norma, a NBR-IEC (norma brasileira de incompatibilidade eletromagnética) 60601-1-2/97, que prevê ensaios destinados a verificar o campo elétrico máximo que o equipamento médico suporta sem alterar seu funcionamento e a emissão do campo elétrico pelo equipamento durante o funcionamento. Ela estabelece que os equipamentos médico- hospitalares devem ser imunes a campos elétricos de até 3 V/m, e que não devem emitir campos elétricos acima de 31,6 µV/m na faixa de 30 MHz a 230 MHz, e de 70,6 µV/m na faixa de 230 MHz a 1.000 MHz, se o equipamento for 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 incompatibilidade eletromagnética.

7. QUAIS OS EQUIPAMENTOS QUE ESTÃO DENTRO DAS NORMAS TECNICAS?

TABELA 1- Normas particulares aplicáveis a Equipamentos Eletromédico.

EQUIPAMENTOS ELETROMEDICOS	NORMA TECNICA – NBR IEC
EQUIPAMENTO CIRURGICO DE ALTA FREQUENCIA	60601 – 2 – 02
EQUIPAMENTO DE TERAPIA DE ONDAS CURTAS	60601 – 2 - 03
EQUIPAMENTO DE ULTR-SOM PARA TERAPIA	60601 - 2 - 05
EQUIPAMENTO TERAPIA POR MICROONDAS	60601 – 2 - 06
EQUIPAMENTO PARA ESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR	60601 - 2 - 10
EQUIPAMENTO PARA VENTILAÇÃO PULMONAR	60601 – 2 -12
APARELHO DE ANESTESIA	60601 – 2 -13
EQUIPAMENTO PARA ELETROCONVULSOTERAPIA	60601 – 2 - 14
EQUIPAMENTO DE HEMODIALISE	60601 – 2 - 16
EQUIPAMENTO DE ENDOSCOPIA	60601 – 2 - 18
INCUBADORA PARA RECÉM - NASCIDOS	60601 – 2 - 19
INCUBADORA DE TRANSPORTE	60601 - 2 - 20
BERÇOS AQUECIDOS PARA RECÉM - NASCIDOS	60601 – 2 - 21

EQUIPAMENTOS TERAPEUTICOS E DE DIAGNÓSTICO A LASER	60601 - 2 - 22
BOMBA E CONTROLADOR DE INFUSÃO	60601 - 2 - 24
ELETROCARDÍOGRAFO	60601 - 2 - 25
ELETROENCEFALÓGRAFO	60601 - 2 - 26
EQUIPAMENTO PARA MONITORAÇÃO DE ELETROCARDIOGRAMA	60601 - 2 - 27
EQUIPAMENTO PARA MONITORAÇÃO DE PRESSÃO SANGUINEA INDIRETA	60601 - 2 - 30
MARCAPASSOS CARDIACOS EXTERNOS COM FONTE DE ALIMENTAÇÃO	60601 - 2 - 31
EQUIPAMENTO PARA MONITORAÇÃO DE PRESSÃO SANGUINEA DIRETA	60601 - 2 - 34
ELETROMIÓGRAFO E EQUIPAMENTO DE POTENCIAL EVOCADO	60601 - 2 - 40

Fonte: (Instituto Brasileiro de Ensaios de Conformidade Ltda. – www.ibec.com.br).

8. O QUE OS MÉDICOS E OS FUNCIONÁRIOS DIZEM?

Foram feitas perguntas nos hospitais visitados, sendo elas:

Foram feitos alguns questionamentos aos médicos e funcionários dos hospitais visitados, sendo eles:

Os servidores possuem conhecimento que existe essa interferência, se já leu algo sobre, se já usou o celular próximo aos aparelhos e qual a atitude tomada no caso de uma interferência dessa espécie?

“Conhecimento que existe essa interferência sim e já li alguns estudos feitos fora do Brasil, tecnicamente há essa interferência, no dia a dia a interferência é mínima, primeiro porque não se usa o celular o tempo todo e como é mínima não muda o traçado, como essa interferência é de curta duração não se nota nenhuma diferença, assim não causando danos a pessoa.”

(Dr. Wladimir Kleber da Silva – Médico Intensivista do Hospital Edson Ramalho)

É liberado aos visitantes utilizar celular nas UTIs e salas de exames?

“Excepcionalmente mesmo só por solicitação de familiares para os pacientes falarem com parentes distantes ou em alguns casos ouvir a voz, até deixo mais isso é um caso raríssimo. Já tem uma regulamentação que eu não sei se existe aqui, informando que familiares com doentes na UTI desligar o celular ou não façam uso do mesmo, mas eu não sei dizer se existe essa norma ou como ela é.”

(Dr. Wladimir Kleber da Silva – Médico Intensivista do Hospital Edson Ramalho)

9. RESULTADOS

De acordo com os testes feitos nos hospitais anteriormente citados e embasados em trabalhos já publicados, foi possível detectar e concluir que o celular em atividade a uma distância inferior a 1,5 m do aparelho médico-hospitalar induz alterações no traçado dos exames de eletrocardiograma e eletroencefalograma, podendo induzir a má interpretação dos exames pelos especialistas e conseqüentemente causar complicações à saúde dos pacientes receitando medicamentos desnecessários. Também foi possível observar que a essa distância, monitores cardíacos ligados ao paciente apresentou aumento significativo dos batimentos cardíacos do mesmo, confirmando a interferência do celular nesse equipamento. De acordo com a TABELA 2 abaixo podemos verificar quais modelos de celulares interferiram nesses equipamentos.

TABELA 2-Modelos de celulares usadas na pesquisa que interferiram nos equipamentos

Equipamento	Fabricantes do Aparelho celular
-------------	---------------------------------

Eletrocardiograma	NOKIA, Sony Ericsson,LG
Monitor cardíaco	Motorola

Fonte: Do Próprio Autor

De acordo com os Dados obtidos através documentos clínicos e observações feitas com o responsável do hospital Edson Ramalho, DR. Albino, cardiologista e diretor da área clínica, foram comprovadas alterações significativas no aumento dos batimentos cardíacos do paciente exposto aos celulares, no eletrocardiograma o gráfico apresentou baixa de mais de 45° para uma pessoa normal, já no monitor cardíaco os batimentos pularam de 86 bpm para 105 bpm. Antes de todos esses exames foram feitos sem a presença do instrumento causador dessas interferências o celular, ou seja, usado para comparar se houve essas interferências, usamos varias marcas e analisamos quais mudaram significativamente os exames quando estavam em funcionamento, assim concluímos que varia de acordo com a potencia da bateria do modelo do celular já que ela é que provoca essa interrupção nos sistemas desses equipamentos médicos hospitalares, isso sendo um novo tema para uma próxima pesquisa.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos considerar que por se tratar de um fenômeno, a interferência eletromagnética pode ou não ocorrer, assim, é fácil perceber que a melhor forma de evitá-la é a conscientização da população aliada a uma maior fiscalização no intuito de minimizar a ocorrência deste fenômeno. Por esse motivo é relevante levar ao conhecimento da população sobre esse fenômeno da qual a mesma não tem conhecimento algum, e realizar um trabalho de conscientização nos hospitais e clínicas sobre o uso restrito dos aparelhos celulares próximos aos equipamentos médico-hospitalares. Isso sem falar nas medidas que devem ser tomadas pelos governantes, como leis que proíbam o uso dos celulares em ambientes hospitalares específicos como UTI e sala de exames, e também na fabricação dos aparelhos celulares a fim de que sejam compatíveis com outros aparelhos e normas mais rígidas para as instalações de torres de celulares próximos a ambientes hospitalares, a fim de que sejam minimizados esses fenômenos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, “NBR/IEC 60601-1 Norma Geral: Prescrições Gerais Para Segurança Elétrica de Equipamentos Eletromédicos” São Paulo (1994).

ABNT, “NBR-IEC 60601-1-2 Norma Colateral: Compatibilidade Eletromagnética Prescrições e Ensaios em Equipamentos Eletromédicos” São Paulo (1997).

S.C.B. Cabral, S.S. Mühlen, *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, **18:3**, 113-122 (2002).

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente disponível em:< <http://www.sudema.pb.gov.br/index.php>> acesso em 27 de agosto de 2008

Zevzikovas, MARCOS, S. S. Mühlen, *Efeitos da interferência eletromagnética conduzida em equipamentos eletromédicos no ambiente hospitalar*, UCIEE – União Certificadora, São Paulo, Brasil, DEB/FEEC/UNICAMP, Campinas, Brasil.(2004)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Nilson Thomaz e Jaildo Pequeno pelo apoio dado ao nosso trabalho, e aos diretores dos hospitais que permitiram o acesso à instrumentação necessária para o desenvolvimento do mesmo.