

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

**INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA EM
EQUIPAMENTO ELETROMÉDICO OCACIONADA
POR TELEFONIA MÓVEL CELULAR**

Autor: Tecnóloga Suzy Cristina Bruno Cabral
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Santos Mühlen

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sérgio Santos Muhlen (FEEC/ UNICAMP)
Prof. Dr. Helio Waldman (FEEC/UNICAMP)
Prof. Dr. José Carlos Teixeira de Barros Moraes (USP)
Prof. Dr. Eduardo Tavares Costa (FEEC/ UNICAMP)

Campinas, junho de 2001
BRASIL

TERMO DE RESPONSABILIDADE SOBRE TESE

AUTOR: Cabral, Suzy Cristina Bruno

ORIENTADOR: Muhlen, Sérgio Santos

TÍTULO: Interferência eletromagnética em equipamento eletromédico ocasionada por telefonia móvel celular

GRADUAÇÃO: Mestrado

EDITORA: UNICAMP

ANO: 2001

Nós, responsáveis pela obra acima relacionada a reprodução da mesma.

Obs: _____

AUTOR

ORIENTADOR

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C112i Cabral, Tecnóloga Suzy Cristina Bruno
Interferência eletromagnética em equipamento
eletromédico ocasionada por telefonia móvel celular /
Tecnóloga Suzy Cristina Bruno Cabral. --Campinas, SP:
[s.n.], 2001.

Orientador: Sérgio Santos Mühlen.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de
Computação.

1. Interferência eletromagnética. 2. Equipamento
hospitalar. 3. Telefonia celular. I. Mühlen, Sérgio
Santos. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.
III. Título.

RESUMO

Interferência eletromagnética (EMI) é a ocorrência de alterações funcionais em um determinado equipamento devido a sua exposição a campos eletromagnéticos. Os efeitos das EMIs são particularmente preocupantes quando ocorrem em equipamentos eletromédicos, sobretudo se estão monitorando ou dando suporte a vida de um paciente.

Considerando que o aumento no número de fontes de radiofrequências presentes no ambiente hospitalar, aumenta a probabilidade de ocorrência de EMI nos equipamentos eletromédicos, o objetivo desse trabalho é quantificar e classificar as alterações funcionais perceptíveis em determinados equipamentos eletromédicos quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular, operando nas potências média e máxima.

Inicialmente foi realizada a medida da intensidade do campo elétrico produzido pelo telefone celular operando nas potências média e máxima, a diversas distâncias da antena de medida. Em seguida os equipamentos eletromédicos selecionados foram expostos aos campos elétricos medidos anteriormente.

Os resultados das etapas experimentais permitiram observar um número significativo de alterações funcionais nos equipamentos eletromédicos testados, com graus variáveis de severidade.

ABSTRACT

Electromagnetical interference (EMI) is the occurrence of functional alterations in a certain equipment due to its exposition to electromagnetical fields. The EMI effects are particularly concerning when they occur in medical devices, especially when they are monitoring or supporting a patient's life.

Considering that the growth in the number of radiofrequency sources in hospitals increases the probability of EMI occurrence in medical devices, the aim of this work is to classify the perceptible functional alterations in some medical devices when exposed to the electrical fields produced by cellular phone, operating at maximum and medium power.

In this study it has been first measured the intensity of the electrical field produced by cellular phone operating at medium and maximum power and different distances from the receiver measure antenna. Afterwards the medical devices were exposed to electrical fields measured previously.

The experimental results allowed to observe a significant number of functional alterations in the medical devices tested, with different levels of severity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	xii
Objetivo do trabalho.....	xiii
CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	1
CAPITULO 2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1) Ondas eletromagnéticas	4
2.1.1) Vetor de Poynting	6
2.2) Propagação de ondas eletromagnéticas.....	6
2.3) Campo próximo e campo distante da antena	7
2.4) Telefonia celular	10
2.4.1) Sistemas de telefonia celular.....	12
2.4.2) Estrutura de um sistema de telefonia celular.....	15
2.4.3) Controle automático de potência	17
2.5) Antenas	18
2.5.1) Caracterização de Antenas.....	18
2.6) Interferência eletromagnética.....	21
2.6.1) Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos	23
2.6.2) Normas utilizadas em interferência e compatibilidade eletromagnética	24
2.6.3) Situação brasileira	24
2.6.4) Normas utilizadas neste trabalho	25
CAPITULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1) Etapa 1: Medida da Intensidade do Campo Elétrico Produzido pelo Telefone Celular	28
3.1.1) Local para a realização das medidas	29
3.1.2) Equipamento de medida.....	30
3.1.3) Fontes de Interferências	30
3.1.4) Condição de Operação do Telefone Celular	31
3.1.5) Posicionamento dos Equipamentos para Realização das Medidas	32
3.1.6) Realização das medidas	33
3.1.7) Registro das medidas	34
3.2) Etapa 2: Verificação das alterações funcionais nos equipamentos eletromédicos	35
3.2.1) Verificação da imunidade dos equipamentos eletromédicos	35
3.2.2) Equipamentos eletromédicos utilizados nos testes	35
3.2.3) Local para realização dos testes.....	40
3.2.4) Fontes de Interferências	40
3.2.5) Posicionamento dos equipamentos para realização dos testes	40
3.2.6) Registro das alterações.....	42
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	43
4.1) Cálculo do campo elétrico	43
4.2) Campo elétrico medido com o analisador de espectro.....	44
4.3) Alterações observadas nos equipamentos eletromédicos.....	49
4.3.1) Alterações observadas com os telefones celulares operando em potência máxima	50
4.3.2) Descrição das alterações observadas nos equipamentos eletromédicos.....	51
4.3.2.1) Alterações observadas nas bombas de infusão.....	51
4.3.2.2) Alterações observadas nos monitores cardíacos	53

4.3.2.3) Alterações observadas no monitor de pressão não invasivo	54
4.3.2.4) Alterações observadas nos oxímetros	55
CAPÍTULO 5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Campos elétrico e magnético perpendiculares entre si.....	5
Figura 1.2: Esfera limite entre a região de campo próximo e a região de campo distante.....	8
Figura 1.3: Critério para estabelecimento do campo distante da antena.....	9
Figura 1.4: Estrutura básica de um sistema celular.....	11
Figura 1.5: Quadro de tempo do TDMA.....	13
Figura 1.6: Espalhamento espectral por seqüência direta.....	14
Figura 1.7: Multiplicação do sinal de dados pelo sinal pseudo-aleatório.....	15
Figura 1.8: Agrupamento de células utilizado nos sistemas AMPS e TDMA.....	16
Figura 1.9: Exemplo de distribuição de conjuntos de freqüências entre as ERBs.....	16
Figura 1.10: Representação da região de transição entre uma onda guiada e uma onda no espaço livre.....	18
Figura 2.1: Vista Interna do Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP.....	29
Figura 2.2: Dipolo utilizado nas medições.....	30
Figura 2.3: Telefones utilizados nos testes com os equipamentos.....	31
Figura 2.4: Elipse utilizada para a realização dos ensaios.....	32
Figura 2.5: Disposição dos equipamentos para realização das medidas.....	33
Figura 2.6: Fotografia da antena juntamente com o telefone celular.....	34
Figura 2.7: Elipse com o EEM posicionado no local da antena de medida.....	41
Figura 2.8: Posicionamento dos eletrodos em relação a elipse delimitada.....	41
Figura 3.1: Comparação entre as intensidades dos campos elétricos nas polarizações vertical e horizontal emitidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.....	46
Figura 3.2: Comparação entre as intensidades dos campos elétricos nas polarizações vertical e horizontal emitidos pelo telefone celular Lite II operando em potência máxima.....	47
Figura 3.3: Comparação entre o módulo do campo elétrico calculado para uma fonte operando em 600mW e o módulo do campo elétrico medido para o telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.....	48
Figura 3.4: Comparação entre o módulo do campo elétrico calculado para uma fonte operando em 400mW e o módulo do campo elétrico medido para o telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.....	49
Figura 3.5: Distribuição das alterações observadas nos EEM quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.....	50
Figura 3.6: Distribuição das alterações observadas nos EEM quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.....	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Classificação das ondas de rádio (Nascimento, 2000).....	6
Tabela 1.2: Características principais das ondas de rádio (Nascimento, 2000).....	7
Tabela 1.3: Especificações do sistema AMPS (Nascimento, 2000).....	12
Tabela 1.4: Fontes de radiação eletromagnética (ABRICEM, 2000).....	22
Tabela 2.1: Resumo das prescrições normativas utilizadas	28
Tabela 2.2: Bombas de Infusão utilizadas nos testes	36
Tabela 2.3: Oxímetros utilizados nos testes.....	37
Tabela 2.4: Medidor de pressão não invasivo utilizado nos testes.....	38
Tabela 2.5: Monitores cardíacos utilizados nos testes.....	39
Tabela 2.6: Equipamentos utilizados para realização dos testes	40
Tabela 3.1: Campo elétrico calculado de acordo com a equação (4.a).	44
Tabela 3.2: Leitura obtida do telefone celular Motorola Star Ta	45
Tabela 3.3: Leitura obtida do telefone celular Motorola Lite II.....	45
Tabela 3.4: Módulo do campo elétrico emitido pelos dois telefones celulares operando em potência máxima.	48
Tabela 3.5: Resumo das alterações observadas nas bombas de infusão quando expostas aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.	52
Tabela 3.6: Resumo das alterações observadas nas bombas de infusão quando expostas aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.	53
Tabela 3.7: Resumo das alterações observadas nos monitores cardíacos quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.	53
Tabela 3.8: Resumo das alterações observadas nos monitores cardíacos quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.....	54
Tabela 3.9: Resumo das alterações observadas no monitor de pressão não invasivo quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.	55
Tabela 3.10: Resumo das alterações observadas no monitor de pressão não invasivo quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.	55
Tabela 3.11: Resumo das alterações observadas nos oxímetros quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.	56
Tabela 3.12: Resumo das alterações observadas nos oxímetros quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.	56

SIGLAS UTILIZADAS NESSE TRABALHO

AF – Antenna Factor

ABRICEM – Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AHA – American Hospital Association

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AMPS – Advanced Mobile Phone Service

CISPR – International Special Committee on Radio Interference

CCC – Central de Controle Celular ou Centro de Comutação e Controle

CDMA – Code Division Multiple Access

CSA – Canadian Standards Association

DSSS – Espalhamento Espectral por Sequência Direta

EC – Comunidade Européia

EEM – Equipamento Eletromédico

EMI – Electromagnetic Interference

EMC – Electromagnetic Compatibility

ERB – Estação de Rádio Base

EUA – Estados Unidos da América

FDA – Food and Drug Administration

FHSS – Espalhamento Espectral por Salto de Frequência

IEC – International Electrotechnical Commission

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

NGT – Norma Geral das Telecomunicações

NBR – Norma Regulamentadora Brasileira

RTPC – Rede Telefônica Pública Comutada

RF – Radiofrequência

SAT – Tom de Áudio de Supervisão

TC – Telefone Celular

TF – Telefone Fixo

TDMA – Time Division Multiple Access

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

*Alessandro, obrigada por estar sempre
ao meu lado e por aceitar os momentos em
que eu não pude estar ao seu...*

*À minha família, aquilo que nos
une é muito maior que aquilo que
nos divide...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida;

Ao Prof. Dr. Sérgio Santos Muhlen, pela orientação na realização desse trabalho;

Aos amigos do DEB, em especial: Gustavo, Gláucia, Beatriz, Hairam, Nivaldo, Sandro, Leticia e Joaquim que sempre estiveram torcendo pelo sucesso desse trabalho.

Aos professores do DEB, obrigada pelo conhecimento transmitido em sala de aula e fora dela;

Às enfermeiras Isabel e Teresinha da UTI pediátrica do Hospital das Clínicas da UNICAMP pelo empréstimo dos equipamentos eletromédicos para realização dos testes;

À administração do Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP pelo empréstimo do Ginásio para realização dos testes;

Aos funcionários do CEB, em especial as bibliotecárias;

À Eloísa secretária do departamento;

À engenheira Érica;

À Vilma Colaço D'Angelo e ao Gustavo Alcântara Elias por gentilmente cederem as fontes de interferência utilizadas nos testes;

Aos engenheiros Vitor Vellano da Fundação CPqD e Kleiber Tadeu Soletto do IEE USP, pelo auxílio na realização desse trabalho;

À tecnóloga Gláucia Ribeiro Zucatti pelo auxílio na realização dos testes;

Aos professores Evandro Conforti e Afonso Alonso pela colaboração na realização do trabalho;

À Capes pelo apoio financeiro.

INTRODUÇÃO

Interferência eletromagnética (EMI) é a ocorrência de alterações funcionais em um determinado equipamento devido a sua exposição aos campos eletromagnéticos. Os efeitos das EMIs são particularmente preocupantes quando ocorrem em equipamentos eletromédicos (EEM), pois muitas vezes estão monitorando parâmetros fisiológicos importantes ou mesmo dando suporte a vida de um ou mais pacientes.

O ambiente hospitalar é rico tanto em número quanto em diversidade de equipamentos eletro-eletrônicos, sendo assim propício ao aparecimento de fenômenos de EMI.

Este problema vem agravando-se em função do número crescente de equipamentos presentes no ambiente hospitalar: equipamentos ligados diretamente às atividades médicas, equipamentos de apoio e infra-estrutura hospitalar e equipamentos portáteis trazidos ao ambiente hospitalar pelos profissionais, pacientes e visitantes, como é o caso da telefonia móvel celular.

A telefonia móvel celular vem tornando-se popular no Brasil, em especial nas áreas de maior concentração urbana. Este meio de comunicação está fazendo parte do cotidiano de milhares de pessoas, pela comodidade oferecida e pelos problemas nas comunicações convencionais. Nos hospitais, pacientes, visitantes, empregados e médicos utilizam-no rotineiramente para facilitar as comunicações normais e de emergência.

Muitas instituições internacionais como o Food and Drug Administration (FDA) publicaram nos últimos anos resultados de estudos associando incidentes ocorridos em equipamentos médicos com a proximidade de telefones portáteis. O apelo mediático deste assunto é enorme e, ainda que aqueles relatórios não comprovem o risco clínico para os pacientes, despertam as atenções do público para o problema.

Para gerenciar efetivamente a compatibilidade eletromagnética entre EEM e emissores de rádio frequência (RF) no ambiente hospitalar, é necessário conhecer as falhas que possam ocorrer quando a imunidade dos equipamentos eletromédicos é excedida, quais emissores podem causar interferências e qual a distância entre eles para a qual a interferência é detectável.

É sabido que os transmissores de RF podem interferir na operação normal dos equipamentos eletrônicos, mas as causas da interferência não são bem conhecidas ou documentadas. A ausência de evidências reprodutíveis das EMIs em EEM tem levado algumas instituições a relaxar as restrições ao uso de equipamentos interferentes, exceto talvez em áreas

de cuidados intensivos com alta densidade de equipamentos de suporte à vida. Então, para avaliar a existência de interferência e poder atribuí-la a determinada fonte é importante a adoção de padrões ou normas de estudo referentes à EMI.

Atualmente diversos comitês normativos trabalham na formulação ou na revisão de normas cujo escopo é interferência e/ou compatibilidade eletromagnética (EMC). Três dos principais são o IEC/CISPR, a ANSI e o IEEE.

No Brasil, de acordo com a resolução nº444 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA) de agosto de 1999, os EEM comercializados no país devem estar de acordo com as prescrições da norma geral NBR-IEC 60601-1 e das normas particulares NRB-IEC 60601-2 que definem prescrições particulares com relação à segurança elétrica.

A norma colateral brasileira NBR-IEC 60601-1-2 traz prescrições relativas à EMC em EEM, porém a obrigatoriedade dessa norma ainda é contraditória.

Objetivo do trabalho

O objetivo desse trabalho é estudar os efeitos das radiações eletromagnéticas provenientes da telefonia móvel celular no desempenho de diversos EEM normalmente presentes no ambiente hospitalar.

A partir da comprovação das interferências, os resultados podem servir como base para o início do estabelecimento de uma política para gerenciamento e restrição do uso de fontes de rádio frequência no ambiente hospitalar.

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde a década de 70 existe uma preocupação com relação aos efeitos das EMIs em equipamentos eletromédicos. Em 1979 o FDA publicou uma norma intitulada *Electromagnetic Compatibility Standard for Medical Devices – MDS 201-0004*, que trata de aspectos gerais relacionados às EMIs, levando em consideração tanto emissões conduzidas quanto emissões radiadas, e cobre a verificação de susceptibilidade a campos elétricos, campos magnéticos e transientes.

Nos anos seguintes, a principal preocupação dos pesquisadores era com relação aos efeitos das EMIs em marca-passos cardíacos. Em 1983 foi publicado um trabalho realizado na Divisão de Cardiologia do *San Francisco General Hospital Medical Center*, onde foram observados e descritos os efeitos das EMIs no comportamento dos marca-passos cardíacos (Warnowicz, 1983). Em 1992 pesquisadores da *Mayo Clinic* (Rochester, EUA), publicaram igualmente um trabalho relacionando os efeitos das EMIs em marca-passos cardíacos (Marco *et al.*, 1992).

A constatação de efeitos indesejáveis reais observados nos trabalhos acima despertou o interesse por investigações mais abrangentes, envolvendo outros tipos de equipamentos médicos. Um dos primeiros trabalhos que observou a influência dos campos eletromagnéticos no desempenho dos equipamentos eletromédicos foi o trabalho de Silberberg *et al.* (1993) que serviu como referência para os trabalhos realizados posteriormente.

Em 1994 a *American Hospital Association* (AHA) publicou em sua série *Healthcare Facilities Management* um documento intitulado *Electromagnetic Interference: Causes and Concerns in the Care Environment*. Nesse documento são abordados tópicos relacionados à EMI no ambiente hospitalar, os possíveis riscos e as normas existentes para o estudo do assunto. Em outro documento da mesma série publicado em 1997 sob o título *EMC: How to Manage the Challenge*, é discutida a necessidade de adoção de uma política de restrição de áreas no ambiente hospitalar.

David *et al.* (1998) publicaram um artigo no qual é destacada a importância do controle das EMIs no ambiente hospitalar, e descrevem os principais tópicos a serem abordados para o sucesso de um programa de restrição de áreas.

Os trabalhos apresentados no fim da década de 90 tiveram uma preocupação em comum: verificar a influência dos campos eletromagnéticos provenientes de comunicadores portáteis, como por exemplo a telefonia celular, no desempenho dos equipamentos eletromédicos presentes no ambiente hospitalar. Dentre esses destacam-se os trabalhos apresentados por Adler, Baba e Witters.

O primeiro foi desenvolvido no *Hadassh University Hospital* em Jerusalém (Adler *et al.*, 1998). A principal preocupação neste trabalho foi verificar o impacto do uso de equipamentos de radiocomunicação no ambiente hospitalar. Antes de estabelecer uma política de restrição de áreas dentro do hospital, Adler necessitava da confirmação experimental de que equipamentos de radiocomunicação portáteis poderiam causar falhas em equipamentos eletromédicos.

O trabalho publicado por Baba *et al.* (1998) foi desenvolvido em 4 hospitais do Japão. No seu estudo foi testada a susceptibilidade eletromagnética e analisados os efeitos das EMI em 366 equipamentos em ambiente laboratorial (câmara anecóica) e 108 equipamentos no ambiente hospitalar.

O trabalho de Witters *et al.* (1998) foi desenvolvido no *Johns Hopkins Hospital* (JHH), onde o departamento de engenharia clínica do JHH estava trabalhando com o intuito de implementar ações para reduzir a probabilidade de ocorrência de fenômenos indesejáveis decorrentes das EMIs. Contudo, para o desenvolvimento de uma política de restrição de áreas, era necessário primeiro verificar se realmente ao expor um equipamento eletromédico a campos eletromagnéticos iria ocorrer alguma interferência. Os autores utilizaram a IEC 601-1-2 como norma aplicável a equipamento médico e o *draft* (versão preliminar, ainda não votada) da ANSI C63, que é uma norma aplicável ao ambiente hospitalar.

Os trabalhos realizados no final da década de 90 estavam preocupados em provar e descrever a influência da radiação eletromagnética proveniente de radiocomunicadores no desempenho de equipamentos eletromédicos.

A partir da comprovação dessas interferências, a preocupação existente nos trabalhos mais recentes é quanto à restrição de áreas no hospital com relação ao uso de comunicadores móveis e ao estabelecimento de uma política para gerenciamento de EMI no ambiente hospitalar. Dois exemplos desses trabalhos são os trabalhos de Boyd *et al.* (1999) e David *et al.* (2000). Boyd mediu os campos elétricos em diversas áreas do *Massachusetts General Hospital*, sem a influência de radiocomunicadores para mapear apenas o ambiente eletromagnético do hospital.

David desenvolveu trabalho semelhante, no *Texas Children's Hospital* em Houston, Texas, e documentou os diversos campos elétricos encontrados, inclusive em situações extremas para cada ambiente (todos os equipamentos funcionando ou nenhum equipamento funcionando). A partir de seus resultados, David *et al.* sugerem a necessidade da adoção de uma política de gerenciamento de fontes de RF no ambiente hospitalar, como forma de aumentar a segurança e a efetividade de tratamentos e diagnósticos para os pacientes.

CAPITULO 2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está dividido em cinco tópicos: no primeiro são revisados alguns conceitos relativos às ondas eletromagnéticas, levando em consideração que a telefonia móvel celular opera através da transmissão de informações codificadas nelas, sendo dada atenção especial às ondas planas, pois na realização das medições dos campos elétricos nesse trabalho foram consideradas as características das ondas planas. Como as ondas eletromagnéticas possuem características de ondas planas somente na região de campo distante das antenas receptora ou transmissora, o segundo tópico abordado nesse capítulo é o cálculo do campo distante. No terceiro tópico são vistas as principais características relativas à telefonia celular, como a frequência de operação, potência, esquema de acesso à estação de rádio base (ERB), entre outras, consideradas importantes para a montagem dos testes. O quarto tópico aborda os principais parâmetros para caracterização de antenas, parâmetros estes que devem ser levados em consideração na hora da escolha de uma antena para realização das medições dos campos elétricos. O último tópico trata dos principais aspectos referentes às EMIs, em particular em EEM.

2.1) Ondas eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas resultam da combinação entre um campo elétrico e um campo magnético que oscilam em planos perpendiculares entre si.

As ondas eletromagnéticas são caracterizadas por um conjunto de parâmetros que incluem:

- Frequência: f [s^{-1} , Hz];
- Densidade de potência: S [W/m^2];
- Comprimento de onda: λ [m]

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1.a)$$

onde:

c = velocidade da luz: m/s

- Intensidade do campo elétrico \mathbf{E} : [V/m]
- Intensidade do campo magnético \mathbf{H} : [A/m]
- Polarização elétrica (direção do campo elétrico) (Paul; Nasar, 1982).

Todas as ondas eletromagnéticas, independente de sua frequência, propagam-se no vácuo com a mesma velocidade, cujo valor é fixado no Sistema Internacional de Unidades (SI) como sendo igual a $c = 299\,792\,458$ m/s ou $\cong 3 \times 10^8$ m/s (Cheng, 1989).

Longe da fonte geradora dos campos, isto é, na assim chamada região de campo distante, os campos \mathbf{E} e \mathbf{H} formam sempre um ângulo de 90° entre si e a relação entre as intensidades de \mathbf{E} e \mathbf{H} é mantida constante em todos os pontos sendo dada por:

$\mathbf{E}/\mathbf{H} = \eta_0$ que é a impedância intrínseca do espaço e vale 120π ($\cong 377\Omega$). A figura 1.1 mostra um exemplo de uma onda eletromagnética (Halliday; Resnick).

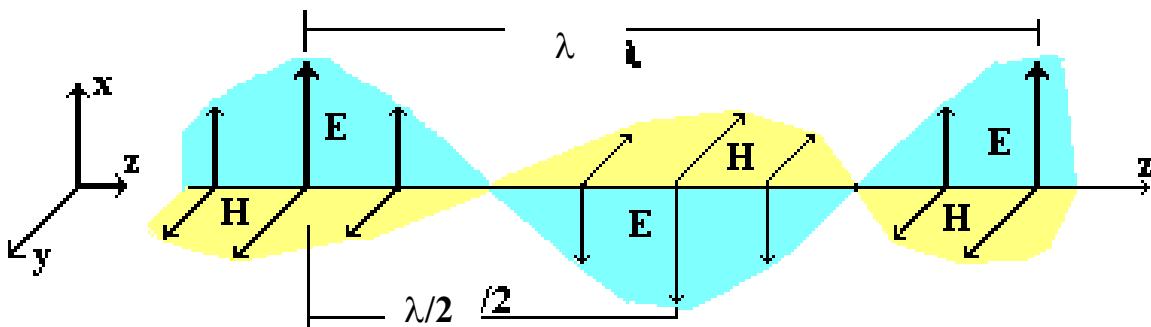


Figura 1.1: Campos elétrico e magnético perpendiculares entre si.

Outro termo frequentemente empregado no estudo da propagação das ondas eletromagnéticas é a polarização da onda, que indica a direção do campo \mathbf{E} . Na figura 1.1 a onda tem polarização na direção x , se x indica a vertical, a polarização dita é vertical em qualquer ponto do espaço de propagação livre.

A grande distância da antena transmissora, livre de obstáculos, as ondas emitidas sempre têm as características de uma onda plana.

2.1.1) Vetor de Poynting

Uma das características mais importantes de uma onda eletromagnética é a de poder transportar energia de um ponto para outro. Mostra-se, a seguir, que se pode associar um vetor \mathbf{S} à quantidade de energia transportada por unidade de tempo e por unidade de área, por uma onda plana eletromagnética. Esse vetor \mathbf{S} é chamado vetor de Poynting, em homenagem a John Henry Poynting que foi o primeiro a definir suas propriedades (Halliday; Resnick).

Define-se \mathbf{S} pela relação:

$$\mathbf{S} = \frac{1}{\mu_0} \mathbf{E} \times \mathbf{B} \quad (1.b)$$

No Sistema Internacional, \mathbf{S} é expresso em Watt/m^2 . A direção e o sentido de \mathbf{S} coincidem com a direção e o sentido de propagação da energia. Os vetores \mathbf{E} e \mathbf{B} representam os valores instantâneos dos campos elétrico e magnético, no ponto considerado (Halliday, Resnick).

2.2) Propagação de ondas eletromagnéticas

A propagação das ondas eletromagnéticas no espaço depende da frequência e das características do meio. As tabelas 1.1 e 1.2 mostram o resumo das principais características das ondas eletromagnéticas para diversas faixas de frequência.

Tabela 1.1: Classificação das ondas de rádio (Nascimento, 2000).

SIGLA	FREQÜÊNCIAS	ONDAS	FAIXAS DE FREQÜÊNCIAS
VLF	Muito baixas	Muito longas	3kHz a 30kHz
LF	Baixas	Longas	30kHz a 300kHz
MF	Médias	Médias	300kHz a 3MHz
HF	Elevadas	Curtas	3MHz a 30MHz
VHF	Muito elevadas	-	30MHz a 300MHz
UHF	Ultra-elevadas	-	300MHz a 3GHz
SHF	Superelevadas	Microondas	3GHz a 30GHz
EHF	Extremamente elevadas	Microondas	30GHz a 300GHz

Tabela 1.2: Características principais das ondas de rádio (Nascimento, 2000).

FREQÜÊNCIA	MODO DE PROPAGAÇÃO	ALCANCE
Menor que 3MHz (VLF, LF e MF)	Ondas terrestres (é usada exclusivamente a polarização vertical)	Inversamente proporcional à frequência do sinal. Necessita de potência elevada.
Entre 3MHz e 30MHz (HF)	Ondas ionosféricas e ondas diretas (nas frequências mais elevadas)	Proporcional à frequência
Acima de 30MHz (VHF, UHF, SHF e EHF)	Ondas diretas	Depende da altura das antenas

As ondas eletromagnéticas, principalmente as das faixas de VHF e superiores, propagam-se em linha reta, sendo chamadas, por essa razão, de ondas diretas, espaciais ou troposféricas.

Ondas de frequências inferiores a 3MHz propagam-se acompanhando a curvatura da Terra, por isso são chamadas de ondas de superfície ou terrestres. Esse tipo de onda é responsável, por exemplo, pela recepção dos sinais das emissoras de ondas médias.

As ondas de rádio da faixa de HF são refletidas pelas camadas ionizadas da atmosfera e por isso, são chamadas de ondas ionosféricas ou indiretas (Nascimento, 2000).

2.3) Campo próximo e campo distante da antena

O espaço em torno da antena pode ser separado em duas regiões: uma próxima à antena, conhecida como “região da antena” e uma afastada conhecida como “região exterior”. O limite entre essas duas regiões é uma esfera cujo centro está no meio da antena e cuja superfície passa através dos extremos da antena. A relação desta “esfera limite” para uma antena dipolo é mostrada na figura 1.2 (Kraus, 1983).

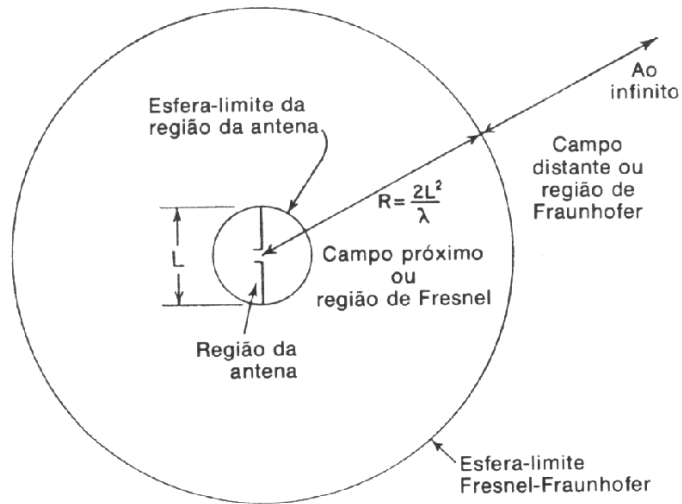


Figura 1.2: Esfera limite entre a região de campo próximo e a região de campo distante

A região da antena é também conhecida como região de campo próximo ou região de Fresnel, e a região exterior é conhecida como região de campo distante ou região de Fraunhofer. Na região de campo distante as ondas eletromagnéticas aproximam-se de ondas planas. É considerada região de campo distante aquela na qual a razão entre o módulo da intensidade de campo elétrico e o módulo da intensidade de campo magnético for equivalente à impedância intrínseca do meio.

Um critério quantitativo para determinar a região de campo distante da antena pode ser estabelecido considerando a figura 1.3 (Paul; Nasar, 1987).

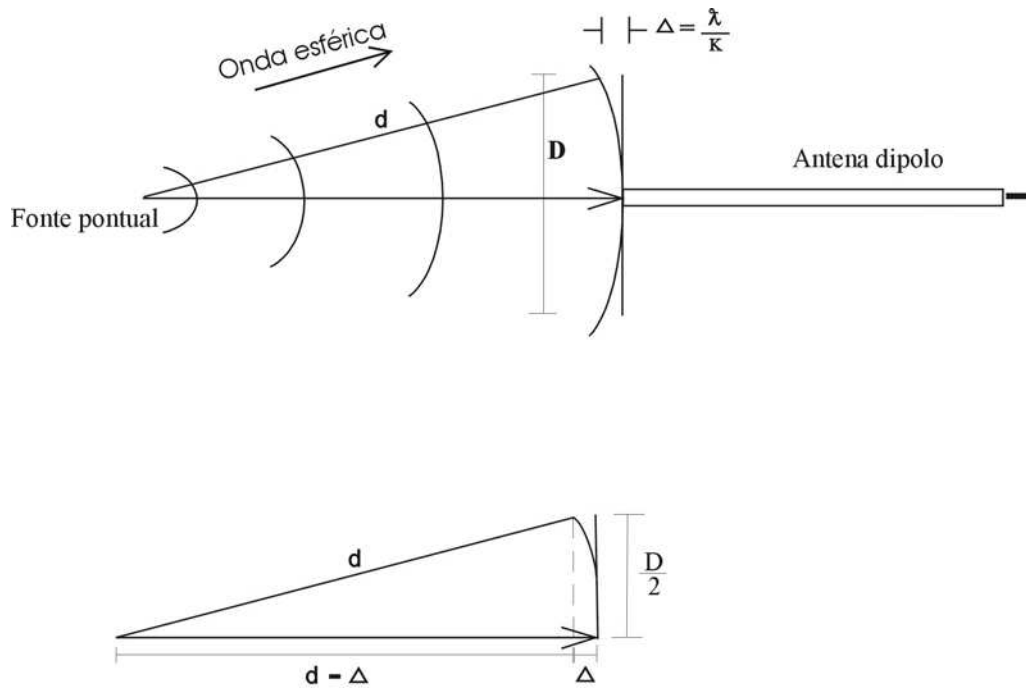


Figura 1.3: Critério para estabelecimento do campo distante da antena

Se a máxima dimensão dos elementos da antena for indicada como D , e considerando a onda incidente nas extremidades da antena receptora como sendo uma onda esférica diferente de uma onda plana uniforme, é possível escrever as seguintes equações (Paul; Nasar, 1987):

$$d^2 = (d - \Delta)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2 \quad (2.a)$$

$$d^2 = d^2 - 2d\Delta + \Delta^2 + \frac{D^2}{4} \quad (2.b)$$

Assumindo que $d \gg \Delta$:

$$2d\Delta \approx \frac{D^2}{4} \quad (2.c)$$

Substituindo $\Delta = \lambda/k$

Onde:

λ = comprimento de onda na frequência de medida.

$$d = \frac{kD^2}{8\lambda} \quad (2.d)$$

Sendo k constante = 16, correspondente à defasagem $\frac{\pi}{8}$ entre o centro e a extremidade da antena.

$$d = \frac{2D^2}{\lambda} \quad (2.e)$$

A expressão em (2.e) é a mais comumente utilizada para cálculo do campo distante da antena.

2.4) Telefonia celular

A finalidade de um sistema de telefonia celular é permitir a comunicação entre dois telefones móveis ou entre telefones móveis e telefones fixos (TF). Para isso é utilizado um sistema composto pela rede telefônica pública comutada (RTPC), que atende aos telefones fixos, e por uma rede de telefonia móvel, composta pela central de controle celular (CCC) e algumas estações de rádio base (ERBs), além dos telefones celulares (TCs), como mostrado na figura 1.4.

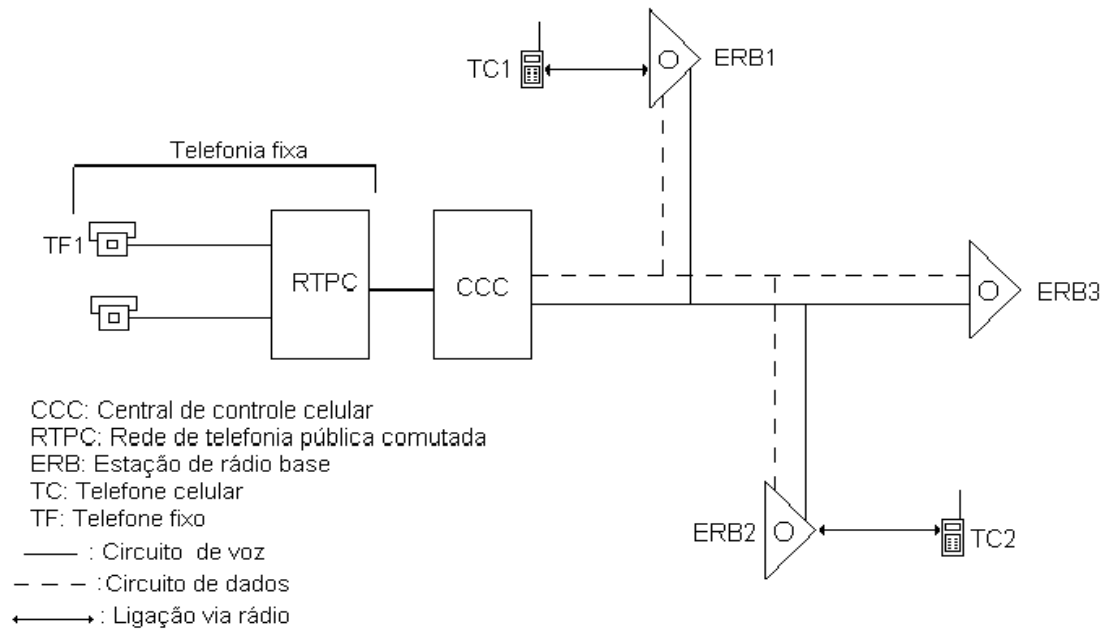


Figura 1.4: Estrutura básica de um sistema celular

A CCC comunica-se com as ERBs por meio de circuitos de voz e dados. Os circuitos de voz são representados, na figura 1.4, pela linha contínua. Os circuitos de dados são representados pela linha tracejada.

Em uma chamada efetuada entre um telefone fixo (TF1) e um telefone móvel (TC2), o sinal percorre a linha telefônica, que conecta o assinante fixo à central telefônica local. Esta encaminha a mensagem por meio dos troncos até a CCC, que por sua vez envia, por intermédio de sua rede de transmissão, o sinal até a ERB mais próxima ao assinante móvel chamado. A ERB então se comunica com o telefone celular por meio de ondas eletromagnéticas na faixa das radiofrequências. O sinal gerado pela unidade móvel percorre o caminho inverso, chegando até o assinante fixo.

A comunicação de telefone celular para telefone celular, desde que na mesma localidade, não passa pela RTPC. Na figura 1.4, por exemplo, se a comunicação ocorre entre TC1 e TC2, o percurso será via rádio entre TC1 e a ERB1, via tronco entre a ERB1 e a CCC e entre a CCC e a ERB2. A ERB2 comunica-se via rádio com TC2 (Nascimento, 2000).

2.4.1) Sistemas de telefonia celular

No Brasil a telefonia celular tornou-se popular a partir dos anos 90, com o aparecimento do AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), seguido pelos sistemas celulares digitais TDMA (*Time Division Multiple Access*) e CDMA (*Code Division Multiple Access*). Atualmente no Brasil convivem os sistemas analógicos e digitais (Nascimento, 2000).

a) Sistema AMPS

O AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), ou serviço avançado de telefonia móvel, surgiu em 1983 nos Estados Unidos, operando na faixa de 800MHz e utilizando modulação em frequência.

Inicialmente, foram definidos 666 canais de RF, sendo cada canal composto por um canal direto e um canal reverso. O canal direto é empregado para transmissão no sentido da ERB para o telefone celular e o reverso no sentido contrário. A transmissão é simultânea nos dois sentidos e a separação de frequências entre transmissão e recepção é de 45MHz. Atualmente, o número de canais foi ampliado para 832, distribuídos em duas bandas (A e B). Cada uma das bandas é composta por 416 canais, sendo 21 de controle para cada banda e 395 de voz.

Os canais de controle são os seguintes:

- Canais de controle para a banda A: 313 a 333
- Canais de controle para a banda B: 334 a 354

A tabela 1.3 abaixo fornece as principais especificações do sistema AMPS.

Tabela 1.3: Especificações do sistema AMPS (Nascimento, 2000)

Número de canais	832
Largura do canal	30kHz
Separação entre transmissão e recepção	45MHz
Faixa de frequência	824 a 894 MHz
Tipo de modulação	FM
Desvio de frequência	± 12 kHz
Tipo de modulação de controle	FSK
Desvio de modulação do sinal de controle	± 8 kHz
Velocidade de transmissão de dados	10 kbps
Canais de controle	21

b) Sistema TDMA

O TDMA (*Time Division Multiple Access*) ou acesso múltiplo por divisão de tempo é uma evolução do sistema de telefonia celular analógico, apresentando como principal vantagem o aumento de 300% no número de canais disponíveis.

No TDMA, uma única portadora pode ser compartilhada por diferentes canais, fazendo uso dessa portadora em diferentes instantes. (Waldman; Yacoub, 2000).

Um quadro TDMA dura 40ms e possui seis intervalos de tempo como mostra a figura 1.5.

Para cada canal de voz são destinados dois intervalos de tempo, não vizinhos. Essa separação em dois intervalos tem por objetivo melhorar a qualidade da comunicação porque, mesmo que o sinal transmitido em um dos intervalos seja prejudicado, provavelmente o mesmo não ocorrerá no outro intervalo. Uma outra vantagem desse esquema é permitir, no futuro, aumentar para seis o número de canais de voz transmitidos em uma única portadora (Nascimento, 2000).

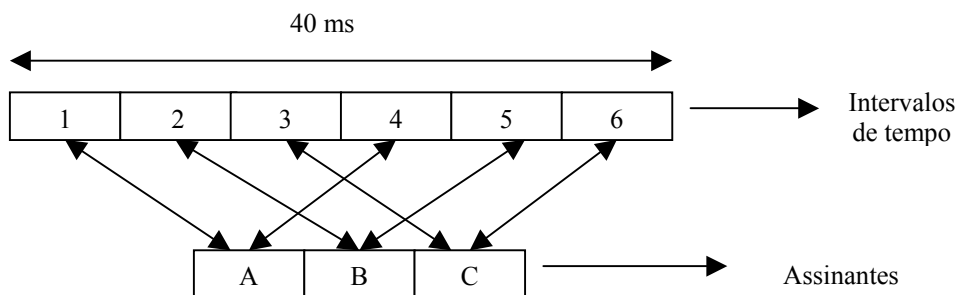


Figura 1.5: Quadro de tempo do TDMA

c) Sistema CDMA

O CDMA (*Code Division Multiple Access*) ou acesso múltiplo por divisão de código, utiliza princípios totalmente diferentes dos utilizados na comunicação via rádio convencional. Enquanto o rádio convencional procura confinar toda energia irradiada em uma estreita faixa de frequência, o CDMA usa o espalhamento espectral (*spread spectrum*).

O espalhamento espectral é uma técnica de transmissão surgida com o objetivo de dificultar a escuta indevida das mensagens transmitidas via rádio e torná-las mais resistentes a

interferências propositais (*jamming*). Essa técnica vem sendo utilizada para fins militares desde o fim da Segunda Guerra Mundial (Nascimento, 2000).

O espalhamento espectral pode ser obtido de duas maneiras: pelo salto de frequência (que pode ser lento ou rápido), ou pela própria frequência direta.

Espalhamento espectral por salto de frequência: no FHSS as frequências do transmissor e do receptor são alteradas seguindo uma seqüência predeterminada e somente do conhecimento de ambos. Dessa maneira, torna-se praticamente impossível receber o sinal, a menos que se conheça o modo como as frequências são alteradas e por quanto tempo. Torna-se igualmente difícil tentar interferir no sinal pelo mesmo motivo.

Espalhamento espectral por seqüência direta: nesta técnica, o sinal modulante digital é multiplicado diretamente pelos bits fornecidos por um gerador pseudo-aleatório.

O sinal de dados possui uma frequência denominada f_b (bps) e a frequência do sinal fornecido pelo gerador pseudo-aleatório é igual a f_c , sendo f_c igual a Nf_b (bps), e N é um número inteiro. Tanto o sinal de dados quanto o sinal do gerador pseudo-aleatório são aplicados a uma porta lógica ou-exclusivo, que executa o produto dos sinais. Na saída da porta tem-se um sinal digital de frequência igual a f_c . As figuras 1.6 e 1.7 exemplificam essa técnica (Nascimento, 2000).

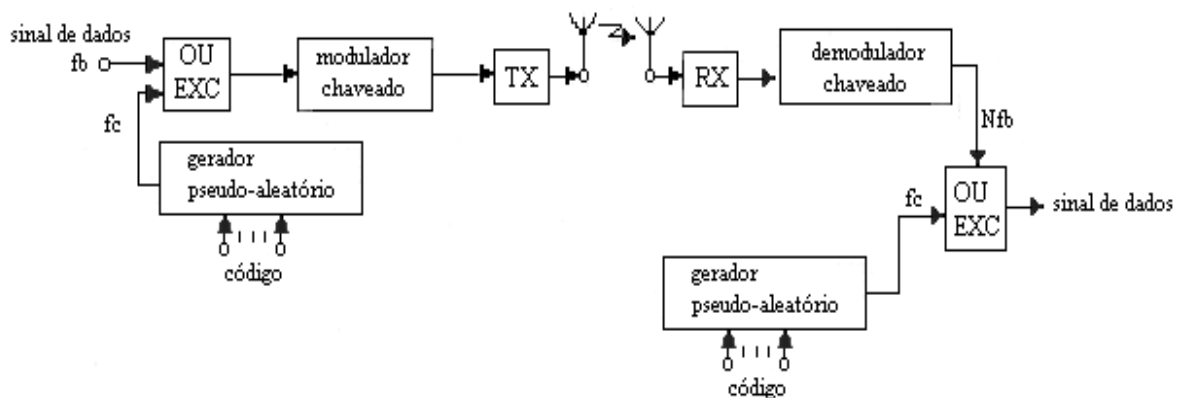


Figura 1.6: Espalhamento espectral por seqüência direta.

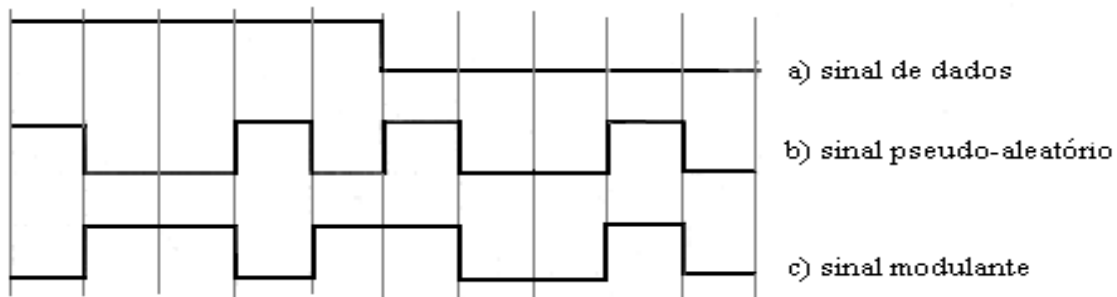


Figura 1.7: Multiplicação do sinal de dados pelo sinal pseudo-aleatório.

Com o uso da técnica de espalhamento espectral, descobriu-se que era perfeitamente possível compartilhar simultaneamente um determinado espectro de frequência entre vários transmissores ao mesmo tempo. Isso pode ser compreendido observando que cada frequência é usada apenas por uma fração de tempo. Se for usado um espectro com largura igual a cem vezes a largura da faixa ocupada pelo sinal modulado, então cada trecho do espectro estará sendo ocupado por apenas 1% do tempo. Assim surgiu a idéia de utilizar o tempo livre em cada trecho para transmissão de outras informações.

Para isto basta que o código utilizado em cada transmissão seja diferente, de maneira a impedir a ocorrência de duas ou mais transmissões simultâneas no mesmo trecho do espectro, para evitar interferências. O CDMA atualmente em utilização no Brasil usa o espalhamento espectral por seqüência direta DSSS (Nascimento, 2000).

2.4.2) Estrutura de um sistema de telefonia celular

Em um sistema celular, cada célula é formada por uma ERB localizada em seu centro. As ERBs formam agrupamentos (*clusters*) com o objetivo de dividir o volume do tráfego telefônico da região. O agrupamento mais comum é composto por sete células, sendo utilizadas nos sistemas AMPS e TDMA como mostra a figura 1.8. O sistema CDMA não usa agrupamento de células.

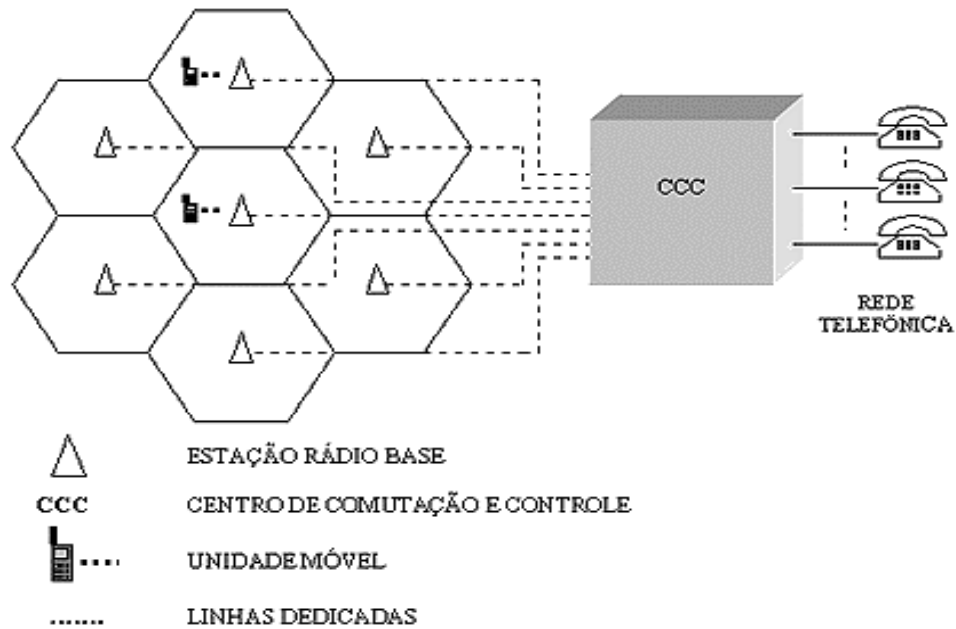


Figura 1.8: Agrupamento de células utilizado nos sistemas AMPS e TDMA.

Cada ERB transmite apenas em um certo número de canais específicos. A frequência desses canais é planejada de maneira a não interferir nos canais usados pelas células vizinhas, e para isso, as frequências usadas nas células vizinhas precisam ser diferentes, como mostra a figura 1.9. Quanto maior a distância (metros) que separa duas células com o mesmo grupo de frequências, menor será o grau de interferência existente entre elas.

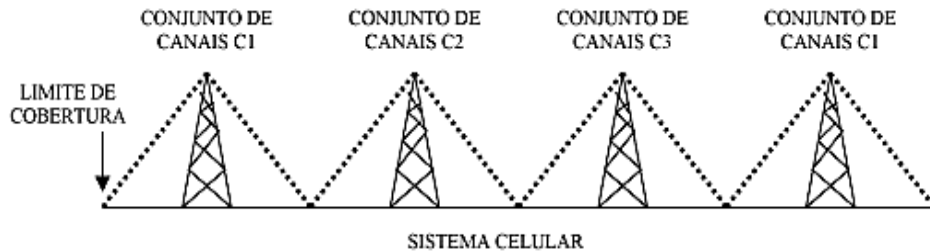


Figura 1.9: Exemplo de distribuição de conjuntos de frequências entre as ERBs

Nas cidades é normal haver obstrução do percurso direto da onda eletromagnética. A obstrução ocorre devido aos prédios e a outras estruturas que ficam no caminho do sinal, provocando reflexões. Assim, normalmente o telefone celular não recebe os sinais diretamente da antena da ERB, mas sinais refletidos. Ao se misturarem, os sinais refletidos resultam em um sinal de intensidade variável, provocando o aparecimento de regiões no espaço onde o sinal sofre grande atenuação, e outras onde existe um pequeno reforço. A atenuação acontece nos pontos em que sinais refletidos se interferem de forma destrutiva, e o reforço acontece onde os sinais refletidos estão em fase (Nascimento, 2000).

2.4.3) Controle automático de potência

Com o objetivo de diminuir a interferência entre os canais, tanto as ERBs quanto os telefones celulares (TCs) operam sempre com a menor potência de transmissão que ainda assegure uma boa qualidade de comunicação. Com esse objetivo, as ERBs monitoram sempre o nível do sinal proveniente do telefone celular e a relação sinal/ruído do SAT (tom de áudio de supervisão), um tom de áudio utilizado para verificar a continuidade do enlace e a sua qualidade. Sempre que a intensidade do sinal estiver acima de determinado valor, a ERB envia uma mensagem ao telefone celular, pelo canal direto de voz, ordenando a redução da potência de saída de radiofrequência (RF). Ao contrário, se a intensidade do sinal proveniente do telefone celular estiver abaixo de um certo limite, a ERB envia uma mensagem ao telefone celular, ordenando o aumento da sua potência de saída de RF. Ambas as ordens são enviadas desde que o telefone celular possa cumpri-las. Para isso, a CCC leva em consideração a classe de potência do telefone celular. Caso este já esteja operando na potência máxima e ainda assim a qualidade do sinal estiver ruim, a CCC inicia o processo de *handoff*, que é o processo pelo qual o enlace de RF do telefone celular é redirecionado para uma ERB mais próxima, com a finalidade de melhorar a transmissão. O *handoff* é necessário, portanto, quando o telefone celular se afasta em demasia da ERB com a qual está em comunicação, ou quando entra em uma região de sinal fraco (Nascimento, 2000).

2.5) Antenas

Antenas são estruturas metálicas ou dielétricas projetadas para irradiar ondas eletromagnéticas eficientemente em todo o espaço e concentrar essas ondas em uma direção em particular.

Uma antena de rádio pode ser definida como uma estrutura associada com uma região de transição entre uma onda guiada e uma onda no espaço livre ou vice-versa como mostra a figura 1.10 (Collin 1995).

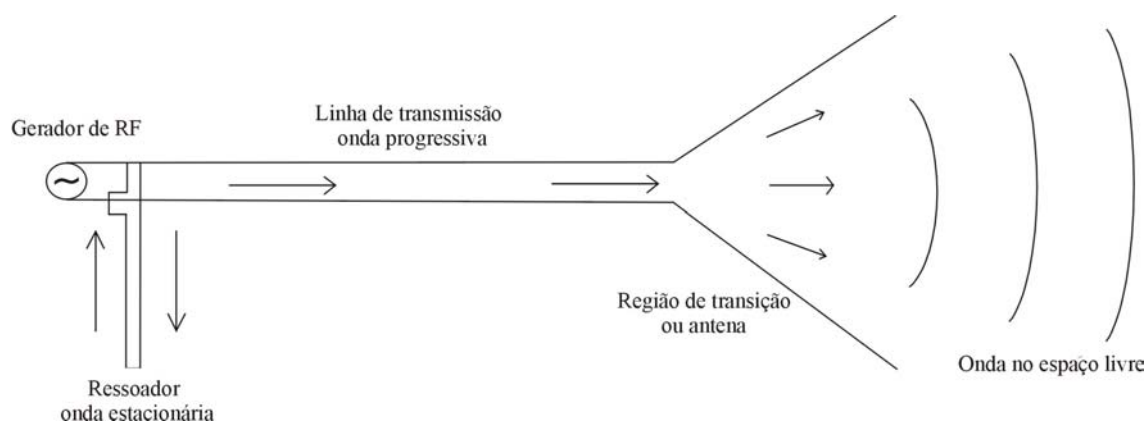


Figura 1.10: Representação da região de transição entre uma onda guiada e uma onda no espaço livre.

2.5.1) Caracterização de Antenas

As antenas são caracterizadas pelos seguintes parâmetros:

- Diretividade
- Eficiência
- Abertura efetiva
- Fator de antena

a) Diretividade: A habilidade de uma antena em concentrar a potência radiada em uma dada direção, ou inversamente, absorver a potência incidente a partir daquela direção, é definida como “diretividade da antena segundo determinada direção”. Em outras palavras a diretividade

indica até que ponto a antena é capaz de concentrar energia segundo um ângulo sólido limitado; quanto menor esse ângulo, maior a diretividade (Esteves).

Quantitativamente, define-se diretividade como a razão entre a densidade de potência radiada, em determinada direção de interesse, e a densidade média de potência irradiada, isto é:

$$D(\theta_0, \phi_0) = \frac{S(\theta_0, \phi_0)}{Pr/4\pi r^2} \quad (3.a)$$

b) Eficiência: A eficiência é expressa pela razão entre a potência aplicada P_{ap} e a potência radiada P_{rad} se uma potência P_{ap} é aplicada a uma antena e somente P_{rad} é radiada, a diferença é consumida através de perdas ohmicas, bem como por outras perdas inerentes da própria antena, como por exemplo, um plano de terra pouco eficiente para antenas monopolos (Paul; Nasar, 1987).

$$e = \frac{P_{rad}}{P_{ap}} \quad (3.b)$$

c) Abertura efetiva: A abertura efetiva A_e de uma antena está relacionada com sua capacidade de extrair energia de uma onda eletromagnética incidente. A abertura efetiva de uma antena é expressa pela razão entre a potência recebida P_r e a densidade de potência da onda incidente S_{av} , quando as polarizações da onda incidente e da antena receptora são as mesmas (Paul; Nasar, 1987).

$$A_e = \frac{P_r}{S_{av}} \quad (3.c)$$

d) Fator de antena: Se uma antena estiver conectada a um receptor como, por exemplo, um analisador de espectro, como mostra a figura 1.11 a tensão medida por este instrumento é chamada de V_{rec} e é desejável que se relacione com a tensão recebida do campo elétrico incidente E_{inc} . Esta relação é feita através do fator de antena que é definido como a razão entre o campo elétrico incidente na superfície da antena de medida e a tensão percebida nos terminais da antena (Paul, 1992).

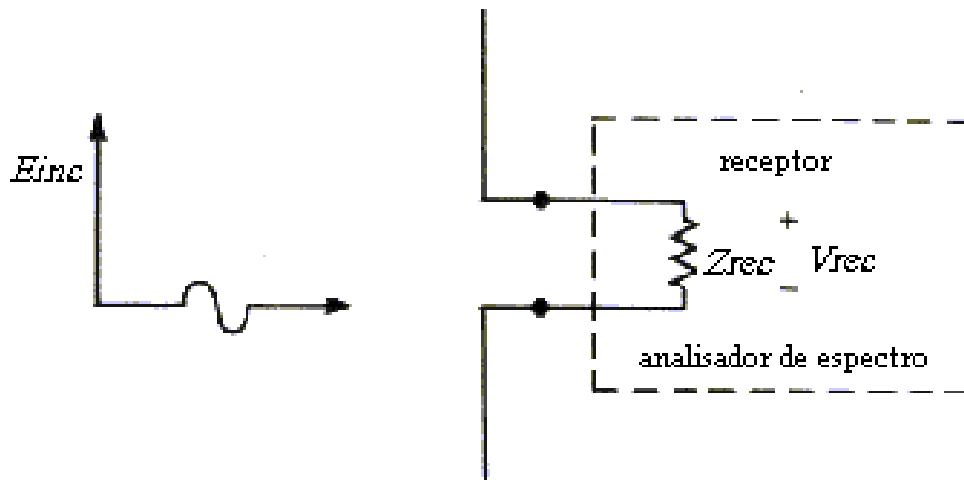


Figura 1.11: Antena dipolo usada como receptor para medir intensidade de campo elétrico de uma onda polarizada linearmente.

$$AF = \frac{E_{inc} [v/m]}{V_{rec} [v]} \quad (3.d)$$

O fator de antena geralmente é expresso em dB como:

$$AF [dB] = E_{inc} [dB\mu V/m] - V_{rec} [dB\mu V] \quad (3.e)$$

Assim:

$$E_{inc} \text{ [dB}\mu\text{V/m]} = V_{rec} \text{ [dB}\mu\text{V]} + AF \text{ [dB]} \quad (3.f)$$

O fator de antena é geralmente fornecido pelo fabricante da antena para as faixas de frequência onde esta será usada.

Para o cálculo do campo elétrico total captado por uma antena devem ser levadas em conta as perdas que ocorrem no cabo coaxial de conexão da antena ao analisador de espectro (Paul, 1992).

$$E_{total} \text{ [dB}\mu\text{V/m]} = AF \text{ [dB]} + V_{rec} \text{ [dB}\mu\text{V]} + \text{atenuação do cabo [dB/m]} \quad (3.g)$$

2.6) Interferência eletromagnética

Desde as primeiras comunicações por rádio e por telégrafos, sabe-se que as ondas eletromagnéticas ricas em conteúdo espectral (componentes em frequência) podem causar EMI em outros equipamentos elétricos e eletrônicos, como por exemplo, os receptores de rádio e os EEM (Paul, 1992).

Se um equipamento ou um sistema tem a capacidade de funcionar em um determinado ambiente eletromagnético sem produzir perturbações nos outros equipamentos, é dito como sendo eletromagneticamente compatível com o ambiente. Se esta compatibilidade não ocorrer tem-se o aparecimento de EMI.

Uma EMI ocorre quando uma energia é transferida de um sistema para outro causando um comportamento indesejável no receptor dessa energia. Em todos os casos, a EMI ocorre devido à combinação entre uma fonte emissora e um receptor suscetível (Keiser, 1987).

É importante salientar que a transmissão ou a recepção de energia eletromagnética não é necessariamente danosa. A interferência ocorre quando a recepção de energia leva a um comportamento indesejável no receptor.

As fontes de EMI podem ser classificadas em 2 grupos: fontes naturais e fontes artificiais, conforme tabela 1.4 (ABRICEM, 2000).

Dentre as fontes artificiais existem aquelas que são intencionais, isto é, elas produzem campos eletromagnéticos como parte de seu funcionamento como, por exemplo, os transmissores de rádio. Já as fontes não intencionais produzem campos eletromagnéticos como consequência de seu funcionamento como, por exemplo, os transformadores (Chatterton; Houlden, 1996).

Ambos os tipos de fontes têm capacidade de provocar EMI em equipamentos vizinhos se os campos elétricos ou magnéticos possuírem magnitude suficiente.

Tabela 1.4: Fontes de radiação eletromagnética (ABRICEM, 2000)

Naturais		Artificiais			
Extraterrestre (baixa energia)	Terrestre (alta energia)	Intencionais		Não intencionais	
Explosões Solares Ruído Cósmico	Descargas Eletrostáticas	Fontes Fixas	Fontes Móveis	Energia Elétrica	Equipamentos Industriais médicos e de consumo
		Rádios AM/FM TV UHF/VHF Radares Enlaces Digitais	Telefones Celulares Walkie-Talkies Serviços de Comunicações Móveis	Linhas de Transmissão de Alta tensão Transformadores Geradores	Máquinas Industriais Eletrodomésticos Máquinas de Solda Equipamentos de Informática Lâmpadas Equipamentos Médicos

As EMIs podem ser classificadas como sendo de dois tipos:

a) Interferência intra-sistema: Quando a interferência ocorre dentro de um mesmo sistema, isto é, o equipamento produz a EMI, e ele mesmo sofre a interferência.

b) Interferência intersistema: A interferência ocorre entre sistemas diferentes (Chatterton; Houlden, 1996).

No estudo realizado nesse trabalho é verificada a interferência intersistemas.

2.6.1) Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos

Os EEM desempenham diversas funções desde a monitoração até o suporte a vida dos pacientes. A ocorrência de uma EMI em um EEM pode provocar alterações no seu funcionamento e colocar em risco a vida dos pacientes. A gravidade das EMIs em EEM é tanta que levou alguns grupos a desenvolverem trabalhos relevantes relacionados a esse tema, (Casamento *et al.*, 1996), (Adler *et al.*, 1998), (Baba *et al.*, 1998), (David *et al.*, 1998), (Witters *et al.*, 1998) entre outros.

Outras instituições como a *American Hospital Association* (AHA), e o FDA produziram documentos visando a orientação dos usuários quanto aos riscos relacionados a EMI em EEM.

Devido às inúmeras vantagens no uso das comunicações móveis, esse meio de comunicação tem se tornado popular nos últimos anos. Da mesma forma que é comum encontrarmos telefones celulares no ambiente hospitalar, é freqüente também a escassez de informações com relação à susceptibilidade dos EEM.

Um EEM pode funcionar tanto como fonte quanto como receptor de energia eletromagnética. Uma EMI em um EEM pode ocorrer através da transmissão de energia tanto na forma conduzida, quando na forma radiada. A EMI de forma conduzida ocorre quando a energia causadora da perturbação é transmitida através de um meio material (cabos de alimentação ou conexão), e a EMI de forma radiada ocorre quando a transmissão da energia causadora da perturbação é através do ar (ondas eletromagnéticas).

O número de EEM que hoje são utilizados nos hospitais, clínicas e até mesmo nas residências tem aumentado nos últimos anos. Esses equipamentos estão cada vez mais encontrando um ambiente hostil do ponto de vista eletromagnético. Já é esperado que com o aumento do número de EEM utilizados, cresça também o número de reclamações no que diz respeito à falhas e anormalidades no seu funcionamento. Não existem dúvidas de que a EMI pode e causa problemas nos equipamentos. A dificuldade encontra-se em atribuir ou não determinada falha à EMI. Para avaliar as verdadeiras causas de uma anormalidade ou de uma falha é importante a existência de padrões pré-estabelecidos para verificação da emissão e da imunidade dos equipamentos (Kimel; Gerke, 1995).

2.6.2) Normas utilizadas em interferência e compatibilidade eletromagnética

Atualmente diversos comitês normativos estão trabalhando na formulação de normas relativas a EMI e a EMC.

Os principais objetivos dessas normas são: impor limites para as emissões e estabelecer um nível mínimo de imunidade (Kimel; Gerke, 1995).

As normas para EMI e EMC utilizadas em um determinado país são geralmente formuladas por agências não governamentais, ou seja, comitês formados pelas indústrias e por representantes do governo.

Embora os Estados Unidos (EUA) e a Comunidade Européia (EC) estejam mais ativamente empenhados na produção de normas para EMI e EMC, outros países também estão caminhando para isso, como é o caso do Canadá através do *Canadian Standards Association* (CSA) e o México, que segue as mesmas normas dos EUA com pequenas modificações. O resto do mundo geralmente segue as prescrições da EC. A EC adota as normas que são produzidas pelo CISPR/IEC (Kimel; Gerke, 1995).

2.6.3) Situação brasileira

De acordo com a resolução nº444 da ANVISA de 31.08.1999, os EEM comercializados no Brasil devem estar de acordo com as prescrições da NBR/IEC 60601-1 que traz as prescrições gerais para segurança de equipamentos eletromédicos, e as normas técnicas particulares brasileiras NBR/IEC 60601-2.

A norma internacional cujo escopo é compatibilidade eletromagnética da série IEC 60601-1 aplicada a equipamento eletromédico é a IEC 60601-1-2 que é uma norma colateral que traz prescrições com relação a imunidade e a emissões, mas a sua obrigatoriedade ainda é contraditória.

A ABRICEM é uma das associações cujos trabalhos estão ligados as questões de EMI/EMC. A ABRICEM foi fundada em 18.05.89 por iniciativa do COBEI/ABNT, apoiada por 12 empresas que se tornaram também fundadoras. Essas empresas vislumbraram na época a necessidade de que o Brasil passasse a tratar das questões de EMC de uma forma mais sistematizada a nível nacional, a fim de que não se chegasse definitivamente a uma situação de poluição eletromagnética crônica e de difícil solução.

Do ponto de vista das telecomunicações, a principal norma é a Norma Geral das Telecomunicações NGT/20, que estabelece critérios para as operadoras de telefonia móvel celular.

2.6.4) Normas utilizadas neste trabalho

Nesse trabalho foram utilizadas como referências normativas:

- IEC - CISPR 16-1
- IEC - CISPR 16-2
- IEEE Std C95-3
- NBR IEC 60601-1-2

a) IEC CISPR 16-1

A IEC CISPR 16-1 é considerada a norma básica para o estudo das EMIs na faixa das radiofrequências. Ela especifica as características e o desempenho desejáveis dos equipamentos utilizados para medida de campos eletromagnéticos na faixa de frequências de 9kHz a 18GHz. As especificações incluem medidas em faixa larga e faixa estreita. Esta norma também traz prescrições com respeito aos tipos de antenas que podem ser utilizados para as medições, bem como as características do local para a realização dos testes.

b) IEC CISPR 16-2

Esta parte da CISPR 16 especifica os métodos para verificação da EMC na faixa de frequência de 9kHz a 18GHz.

c) IEEE Std C95-3

Essa norma prescreve práticas para a medida de campos eletromagnéticos em radiofrequência ou microondas.

d) NBR IEC 60601-1-2

Essa norma aplica-se exclusivamente aos equipamentos e sistemas eletromédicos e aos equipamentos de processamento de informações utilizados em aplicações eletromédicas. O

objetivo dessa norma é especificar as regras gerais e as condições para realização dos ensaios de EMC para os equipamentos e/ou sistemas eletromédicos, e também servir de base para possíveis prescrições e ensaios adicionais de EMC para normas particulares.

CAPITULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

A parte experimental deste trabalho foi desenvolvida em duas etapas: a primeira consistiu na medida da intensidade do campo elétrico produzido pelo telefone celular e a segunda na observação das alterações funcionais ocorridas nos EEM durante a sua exposição aos campos elétricos medidos.

A imunidade e a EMI nesse trabalho são relacionadas com a intensidade de campo elétrico capaz de produzir perturbações na operação normal dos EEM sob teste. Este parâmetro foi adotado, pois é o mesmo seguido pelas normas internacionais.

Diversos fatores influenciam na distribuição dos campos elétricos e na sua medida como: a posição da fonte emissora, a distância da fonte emissora à antena de medida, a polarização da antena de medida, a altura de ambas com relação ao solo (influência das reflexões), entre outros. Portanto é importante a adoção de uma metodologia que torne os testes reproduzíveis. Para isso foram desenvolvidas normas que servem como guias para a medida de campos elétricos e para o estudo de susceptibilidade em equipamentos eletro-eletrônicos. Foram selecionadas as seguintes normas para serem utilizadas em ambas as etapas experimentais:

- IEC-CISPR 16-1
- IEC-CISPR 16-2
- IEEE Std C95-3
- NBR IEC 601-1-2

Essas normas foram brevemente descritas no capítulo anterior, e escolhidas para serem utilizadas nesse trabalho por contemplarem aspectos relacionados à medida de campos elétricos e à verificação da imunidade em equipamentos eletro-eletrônicos.

A tabela 2.1 apresenta o resumo das cláusulas utilizadas das normas e as suas prescrições.

Tabela 2.1: Resumo das prescrições normativas utilizadas

Norma	Cláusulas Utilizadas	Prescrição Normativa	Condição de Teste
IEC-CISPR16-1	6	Largura de banda utilizada para medida deve estar entre 100kHz e 500kHz	300kHz
	15	A exatidão da antena deverá ser melhor que ± 3 dB.	± 2 dB
	16	Local de testes deve estar livre de superfícies refletoras e fontes de RF. Utilização da configuração em elipse para posicionamento dos equipamentos	As medidas foram realizadas no Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP, por satisfazer os requisitos solicitados. Foi utilizada a configuração em elipse para posicionamento dos equipamentos.
IEC-CISPR 16-2	2	Ruído ambiental pelo menos 6dB abaixo do nível do sinal emitido pela fonte estudada na frequência de medida. Antenas posicionadas a no mínimo 1m do solo.	O ruído estava pelo menos 50dB abaixo do nível do sinal medido. As antenas foram posicionadas 1,10m, acima do solo.
	3	Estabelece critérios para verificação da imunidade, sendo propostas medidas subjetivas e medidas objetivas de imunidade.	Foram utilizadas medidas subjetivas de imunidade.
IEEE Std C95-3	1	Prescreve que para frequências acima de 300MHz devem ser medidas as componentes do campo elétrico.	Foram medidas as componentes do campo elétrico (vertical e horizontal)
NBR-IEC 601-1-2	36	Os equipamentos médicos devem ser projetados para suportar intensidades de campo elétrico de até 3V/m na faixa de frequência de 26MHz a 1GHz.	Foi utilizado o limite de 3V/m para comparação com a emissão do telefone celular.

3.1) Etapa 1: Medida da Intensidade do Campo Elétrico Produzido pelo Telefone Celular

É necessário realizar a medida da intensidade do campo elétrico produzido pelo telefone celular, para que as alterações observadas nos EEM possam ser relacionadas com um determinado valor de campo elétrico ao qual o mesmo foi exposto, isto porque as normas de EMC relacionam a imunidade e/ou a suscetibilidade de um determinado equipamento com a sua capacidade de operar sem alteração no seu funcionamento na presença de um determinado valor de campo elétrico.

A norma de EMC NBR-IEC 601-1-2 aplicada a EEM prescreve que o mesmo deve ser projetado para operar sem a alteração do seu funcionamento na presença de intensidades de campo elétrico de até 3V/m.

Assim, o objetivo dessa etapa é confrontar a intensidade do campo elétrico produzido pelo telefone celular com o limite normativo prescrito para os EEM.

A seguir são descritas as precauções adotadas quanto ao local dos testes, ao posicionamento dos equipamentos de medida e as condições de operação do telefone celular.

3.1.1) Local para a realização das medidas

O ambiente hospitalar possui diversas fontes de radiofrequência além do telefone celular, como é o caso dos equipamentos de rádio comunicação utilizados pelo pessoal de manutenção e seguranças, os bisturis elétricos, transformadores, etc. Além disso, a própria mobília existente no hospital pode causar reflexões e influenciar nas medidas, modificando o padrão das interferências.

Assim sendo, as medidas realizadas devem estar o mais livre possível de interferências externas, para que os campos elétricos medidos, bem como os efeitos de interferência observados, sejam reprodutíveis e decorrentes exclusivamente da fonte de radiação local (telefone celular).

Dessa forma o local escolhido foi o Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP, que reúne as seguintes características: distâncias superiores a 10m em todas as direções sem a presença de obstáculos, ausência de fontes de RF internas durante a realização das medidas, estrutura metálica aterrada em todas as faces (exceto o piso). A figura 2.1 mostra uma visão geral do local de teste.



Figura 2.1: Vista Interna do Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP

3.1.2) Equipamento de medida

As medidas do campo elétrico foram realizadas utilizando-se o analisador de espectro modelo 2710, Tektronix, centrado na frequência de 835MHz, pois foi a frequência do canal utilizado pelo telefone celular para emissão durante a realização dos testes. A largura de banda utilizada no equipamento de medida foi 300kHz, pois é uma prescrição normativa. Ao analisador de espectro foi conectada uma antena dipolo de $1/2\lambda$, da marca EMCO com um fator de antena de 27,5 dB. A figura 2.2 exemplifica o dipolo utilizado nas medições, juntamente com a régua para ajuste dos elementos, visto que os elementos da antena são ajustáveis de acordo com a frequência medida.

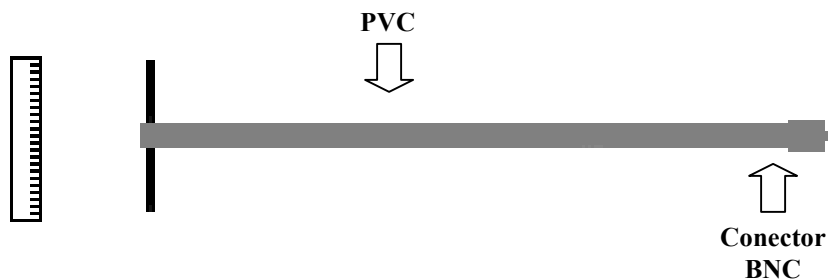


Figura 2.2: Dipolo utilizado nas medições

3.1.3) Fontes de Interferências

Foram utilizadas como fontes de interferência os telefones celulares:

- Motorola Star Tac, tecnologia AMPS – TDMA;
- Motorola Lite II, tecnologia AMPS – TDMA.

A figura 2.3 mostra os dois telefones utilizados nos testes.



Figura 2.3: Telefones utilizados nos testes com os equipamentos

3.1.4) Condição de Operação do Telefone Celular

Como visto no item 2.4.3, o telefone celular não opera com potência fixa, mas ela é ajustada pela ERB com a qual o telefone celular está em comunicação.

O nível de potência é ajustado levando-se em conta a qualidade do sinal recebido pela ERB e, sendo assim, durante uma mesma ligação a potência do celular pode variar entre seus valores máximo e mínimo de acordo com o trajeto da onda até a ERB (reflexões, atenuações, etc).

Assim, em condições normais de operação é praticamente impossível medir a intensidade do campo elétrico produzido pelo telefone celular já que esta é variável e depende da potência de transmissão. Para a realização das medidas foi necessário fixar a potência de saída do telefone celular em um determinado valor independente do comando da ERB, através de um código de programação.

As medidas foram realizadas com os telefones celulares operando nas potências máxima e média, valores estes que variam de acordo com as características dos celulares utilizados nos testes.

3.1.5) Posicionamento dos Equipamentos para Realização das Medidas

De acordo com a IEC-CISPR 16-1, a antena receptora e a fonte emissora que estiverem sendo utilizadas no teste devem estar circunscritas no plano horizontal por uma elipse com dimensões conforme aparece na figura 2.4.

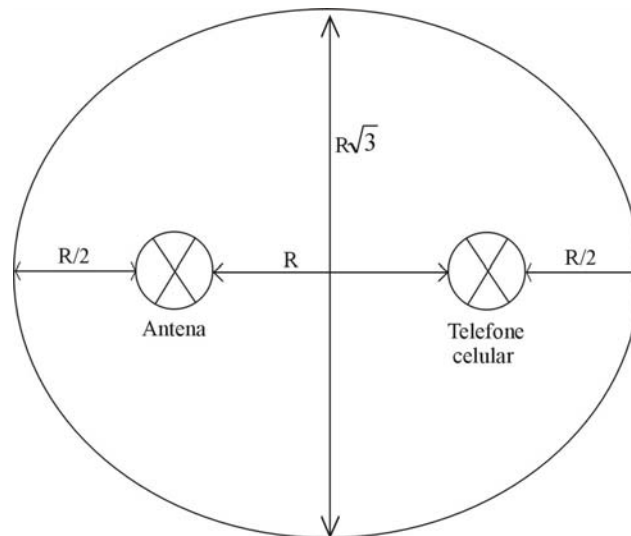


Figura 2.4: Elipse utilizada para a realização dos ensaios

Como a maior distância de medida utilizada nos testes foi 2m, a elipse foi delimitada com $R=2$. Tanto a fonte quanto a antena de medida estavam posicionadas a 1,10m do solo, para minimizar o efeito das reflexões. A figura 2.5 apresenta uma visão geral da disposição dos equipamentos para a realização das medidas.

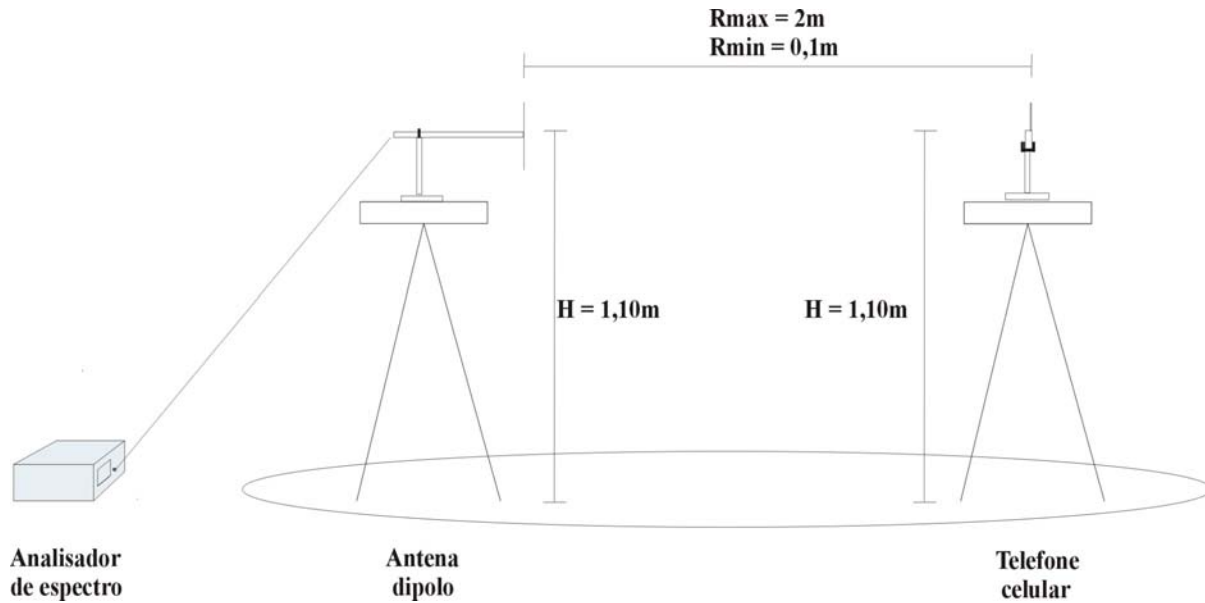


Figura 2.5: Disposição dos equipamentos para realização das medidas

3.1.6) Realização das medidas

As medidas foram realizadas com a antena da fonte emissora (telefone celular) mantida na polarização vertical, e a antena de medida (dipolo) posicionada nas polarizações horizontal e vertical.

Para que as medidas estivessem o mais livre possível dos efeitos de campo próximo, foi calculado o campo distante da antena de medida de acordo com a equação (2.e), representada abaixo:

$$cd = \frac{2d^2}{\lambda}$$

Sendo:

cd = distância da antena ao campo distante

d = dimensão máxima dos elementos da antena

λ = comprimento da onda na frequência de medida

Substituindo:

$$d = 12\text{cm}$$

$$\lambda \text{ em } 835\text{MHz} = 36 \text{ cm}$$

$$cd = 8 \text{ cm}$$

Dessa forma, sendo a primeira medida tomada a 10cm da antena, esta pode ser considerada como em campo distante. As leituras consecutivas foram obtidas com incrementos de 10cm até a distância máxima de 2m conforme mostra a figura 2.6.

Os resultados dessas medidas aparecem nas tabelas 3.2 e 3.3.

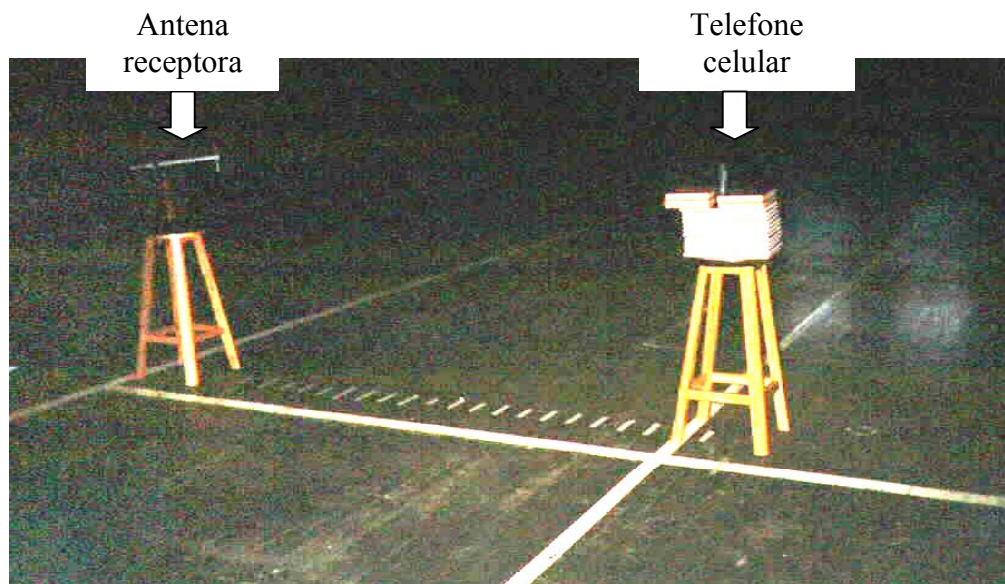


Figura 2.6: Fotografia da antena juntamente com o telefone celular

3.1.7) Registro das medidas

Para a realização do registro das medidas foi desenvolvido um protocolo no qual são anotadas as características da fonte utilizada (potência, modelo, fabricante, etc), bem como os valores lidos em cada ponto de medida. O anexo I mostra um exemplo do formulário utilizado.

3.2) Etapa 2: Verificação das alterações funcionais nos equipamentos eletromédicos

O objetivo dessa etapa foi verificar a imunidade dos EEM de forma subjetiva através da observação das alterações funcionais perceptíveis quando os mesmos foram expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular operando nas potências máxima e média.

3.2.1) Verificação da imunidade dos equipamentos eletromédicos

A imunidade dos EEM pode ser avaliada através de medidas objetivas, subjetivas ou uma combinação das duas. Na medida objetiva, a avaliação da imunidade do equipamento é verificada através de medidas de correntes e tensões no mesmo e a interferência é avaliada de forma quantitativa.

As medidas subjetivas são feitas através da observação visual e auditiva dos parâmetros apresentados pelo equipamento que está sendo testado, como por exemplo, alarmes e formas de onda, fornecendo uma avaliação qualitativa da interferência. Nos testes realizados nesse trabalho foram feitas verificações subjetivas, sendo consideradas como interferências as alterações perceptíveis no funcionamento dos EEM. A razão dessa opção metodológica foi devido a este ser um primeiro trabalho exploratório dos problemas de EMI, e portanto uma constatação preliminar da necessidade de precauções. Em estudos posteriores mais detalhados será necessária realizar uma abordagem objetiva e quantitativa do problema.

3.2.2) Equipamentos eletromédicos utilizados nos testes

Os equipamentos eletromédicos utilizados nos testes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios:




- São comumente utilizados em UTI, recuperação pós-cirúrgica, monitoração e suporte à vida;
- São portáteis e independentes de instalações especiais para funcionamento;
- Não necessitem de simuladores de funções fisiológicas;
- Foram disponibilizados para os testes pelos serviços médicos do Hospital de Clínicas da UNICAMP.

Obedecendo a esses critérios foram selecionados os seguintes equipamentos:

a) Bomba de Infusão: Utilizada para infusões intravenosa, epidural e ocasionalmente infusões arteriais, podendo as soluções serem infundidas continuamente, como por exemplo nos processos de quimioterapia, nutrição parenteral total, ou intermitentemente, como por exemplo na administração de antibióticos ou outras drogas.

A tabela 2.2 mostra os três modelos de bombas de infusão que foram utilizados nos testes.

Tabela 2.2: Bombas de Infusão utilizadas nos testes

Bomba de Infusão	Fabricante	Modelo
	Baxter	Flo Gard DCR
	Lifemed	LF 2001
	JMS	OT 601

b) Oxímetro de pulso: O oxímetro de pulso não invasivo monitora a saturação do oxigênio no sangue arterial. O seu uso permite uma monitoração contínua e instantânea da oxigenação, e detecção precoce da hipóxia antes mesmo que outros sinais relacionados a ela apareçam (cianose, taquicardia ou bradicardia). O oxímetro de pulso é considerado um

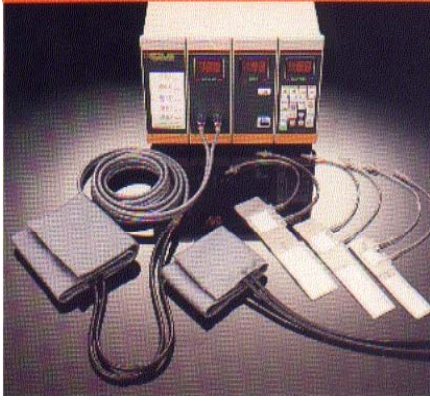
equipamento padrão na monitoração da saturação do oxigênio no sangue arterial em procedimentos que requerem o uso de anestesia, em UTIs, em salas de recuperação, unidades de queimados, laboratórios de cateterização cardíaca e ambulâncias. A tabela 2.3 mostra os quatro modelos de oxímetros utilizados nos testes.

Tabela 2.3: Oxímetros utilizados nos testes

Equipamento	Fabricante	Modelo
	Datex	SAT LITE
	NOVAMETRIX	CO ₂ SMO
	NELLCOR	N-100
	BCI	Microspan 3040





c) Medidor de pressão arterial não invasivo: A pressão do sangue arterial é um indicador importante da condição fisiológica. Este é um equipamento fundamental para pacientes que estão sob observação contínua, acompanhamento de processos anestésicos, ou outras terapias com drogas que alterem a pressão sanguínea. Seu uso é indispensável durante processos cirúrgicos onde pode ocorrer uma queda rápida da pressão sanguínea arterial. A tabela 2.4 mostra o medidor de pressão arterial não invasivo utilizado nos testes.

Tabela 2.4: Medidor de pressão não invasivo utilizado nos testes

Equipamento	Fabricante	Modelo
	Dixtal	DX 2710

d) Monitor cardíaco: Utilizado para monitorar pacientes com risco de arritmias ou doenças cardíacas. Sua função é mostrar de forma contínua em um monitor a forma de onda do eletrocardiograma, permitindo à equipe médica verificar a ocorrência de alterações no estado de saúde do paciente que possam ser relacionadas com as atividades cardíacas irregulares. Os monitores cardíacos são utilizados nos centro-cirúrgicos, nas UTIs, unidades de queimados, salas de recuperação, unidades de cateterismo cardíaco, entre outros. A tabela 2.5 mostra os quatro modelos de monitores cardíacos utilizados nos testes.

Tabela 2.5: Monitores cardíacos utilizados nos testes

Equipamento	Fabricante	Modelo
	ANAMED	Vital Line
	Dixtal	920
	Marquette	EAGLE 1000
	FUNBEC	4-1 TC/FC

A tabela 2.6 mostra um resumo de todos os equipamentos utilizados na realização dos testes.

Tabela 2.6: Equipamentos utilizados para realização dos testes

Equipamento	Fabricante	Modelo	n° de amostras
Bomba de Infusão	Baxter	Flo Gard DCR	03
	LIFEMED	LF 2001	03
	JMS	OT 601	03
Monitor Cardíaco	Dixtal	920	01
	FUNBEC	4-1 TC/FC	02
	ANAMED	Vital Line	01
	Marquette	EAGLE 1000	01
Oxímetro	Datex	SAT LITE	03
	BCI	Micro Span 3040	03
	Nellcor	-----	03
	Novamatrix	Oxypleth	03
Pressão Não Invasiva	Dixtal	DX 2710	01
Total de equipamentos testados			27

3.2.3) Local para realização dos testes

Os testes com os EEM também foram realizados no Ginásio Multidisciplinar da UNICAMP, para que as condições ambientais fossem semelhantes àquelas existentes quando foram realizadas as medições dos campos elétricos (figura 2.1).

3.2.4) Fontes de Interferências

As fontes de interferências (telefones celulares) utilizadas na realização dos testes com os EEM são as mesmas utilizadas na etapa 1 para a medida da intensidade do campo elétrico, ambas ajustadas nas potências máxima e média (figura 2.3).

3.2.5) Posicionamento dos equipamentos para realização dos testes

Os equipamentos foram posicionados conforme descrito no item 3.1.5, porém no local destinado à antena de medida foi posicionado o EEM conforme mostra a figura 2.7.

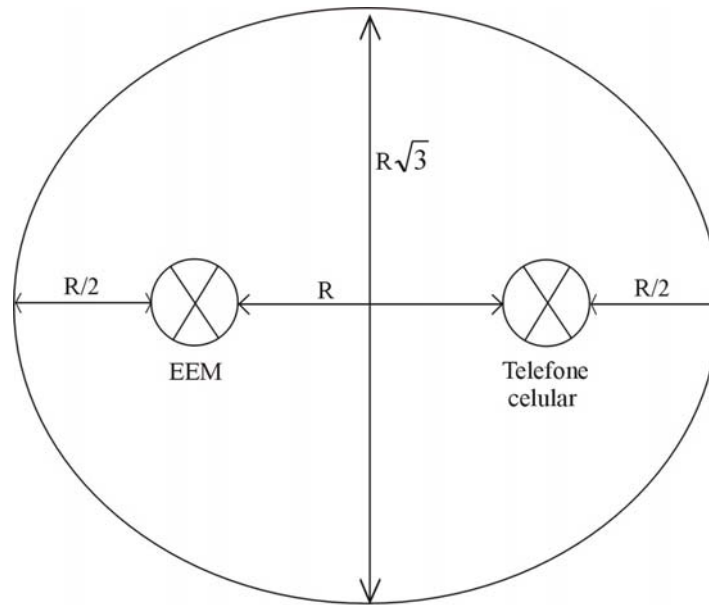


Figura 2.7: Elipse com o EEM posicionado no local da antena de medida.

Os equipamentos que monitoram sinais vitais utilizando sensores foram posicionados conforme figura 2.8.

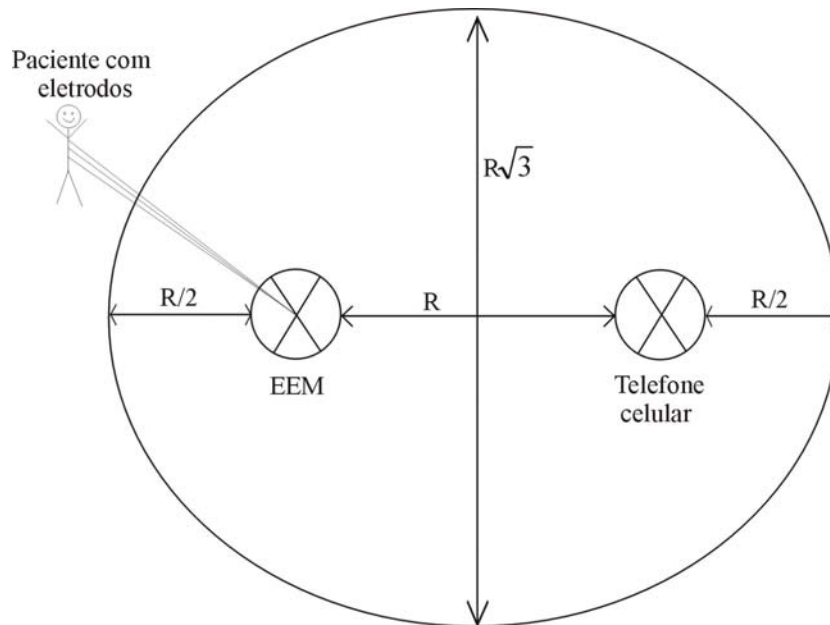


Figura 2.8: Posicionamento dos eletrodos em relação a elipse delimitada

Os equipamentos eletromédicos que possuíam sensores e/ou eletrodos os mesmos foram conectados a um voluntário e permaneceram fora da elipse para evitar as possíveis reflexões no corpo do paciente.

Como podem existir algumas faces dos EEM que são mais suscetíveis que outras, os testes foram feitos realizando rotações de 90° nos EEM, totalizando 4 posições diferentes (lado direito, lado esquerdo, parte frontal e parte posterior) do EEM. Para cada ponto de teste onde foi realizado o registro das alterações ocorridas com a antena do telefone celular nas polarizações vertical e horizontal.

3.2.6) Registro das alterações

O registro das alterações observadas nos EEM é feito em um formulário de testes como exposto no anexo II. Nesse protocolo também são anotadas as características do equipamento que está sendo avaliado bem como da fonte de interferência que está sendo utilizada.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Nesse capítulo são apresentados os resultados do cálculo teórico e os resultados das medições dos campos elétricos emitidos pelas duas fontes testadas (telefones celulares) operando nas potências máxima e média.

Os resultados das alterações observadas nos EEM são apresentados na forma de tabelas, para facilitar a visualização de algumas relações, como o aparecimento de interferência e a distância da fonte.

Os formulários utilizados nos ensaios dos EEM, com as descrições completas das interferências observadas são apresentadas nos anexos III a VI.

4.1) Cálculo do campo elétrico

Os campos elétricos produzidos pelos telefones celulares testados operando nas potências máxima e média, foram calculados de acordo com a equação (4.a) apresentada abaixo (Kimel; Gerke, 1995).

$$|E| = \frac{\sqrt{30.Pt}}{d} \quad (4.a)$$

Sendo:

Pt = (Potência de emissão do telefone celular [W]). A potência de emissão do telefone celular foi considerada como sendo: 300mW (média) e 600mW (máxima) para o Motorola Star Tac e, 400mW (máxima) e 200mW (média) para o Motorola Lite II, lembrando que esses valores são valores adotados com base nas declarações do fabricante.

d = distância da fonte à antena de medida [m].

A equação apresentada em (4.a) é somente válida para a região de campo distante da antena de medida. A tabela 3.1 mostra os valores dos campos elétricos calculados para os dois telefones celulares utilizados nos testes.

Tabela 3.1: Campo elétrico calculado de acordo com a equação (4.a).

Distância da fonte [m]	Motorola Star Tac [V/m]		Motorola Lite II [V/m]	
	máximo	médio	máximo	médio
0,1	42,4	30	34,6	24,4
0,2	21,2	15	17,3	12,2
0,3	14,1	10	11,5	8,1
0,4	10,6	7,5	8,6	6,1
0,5	8,5	6,0	7	4,9
0,6	7,1	5,0	5,8	4,1
0,7	6,0	4,3	5	3,5
0,8	5,3	3,7	4,3	3
0,9	4,7	3,3	3,8	2,7
1,0	4,2	3	3,4	2,4
1,1	3,9	2,7	3,1	2,2
1,2	3,5	2,5	2,9	2
1,3	3,3	2,3	2,7	1,9
1,4	3,0	2,1	2,5	1,7
1,5	2,8	2	2,3	1,6
1,6	2,6	1,9	2,2	1,5
1,7	2,5	1,8	2	1,4
1,8	2,3	1,7	1,9	1,3
1,9	2,2	1,6	1,8	1,3
2,0	2,1	1,5	1,7	1,2

4.2) Campo elétrico medido com o analisador de espectro

Nas tabelas (3.2) e (3.3) são apresentadas as leituras obtidas pelo analisador de espectro em [dB μ V/m] com a antena de medida nas polarizações vertical e horizontal. Essa leitura é somada ao fator de antena (27,5 dB) e à atenuação do cabo (1dB), fornecidos pelo fabricante.

As leituras foram obtidas com os telefones celulares operando nas potências máxima e média. As conversões dos valores de [dB μ V/m] para [V/m] são feitas de acordo com a seguinte relação:

$$1 \text{ V/m} = 10^{[\text{dB}\mu\text{V/m}]/20} \times 10^{-6} \quad (4.b)$$

A tabela 3.2 é referente ao modelo Motorola Star Tac e a tabela 3.3 é referente ao modelo Motorola Lite II.

Tabela 3.2: Leitura obtida do telefone celular Motorola Star Ta

Distância [m]	Leituras[dB μ V/m]				Leitura+ fator antena+ atenuação cabo [dB μ V/m]				Campo Elétrico [V/m]			
	vertical		horizontal		vertical		horizontal		vertical		horizontal	
	max	med	max	med	max	med	max	med	max	med	max	med
0,1	123,1	121,3	106,1	100,8	151,6	149,8	134,6	129,3	38,0	30,9	5,4	2,9
0,2	118,6	114,5	100,6	95,3	147,1	143,0	129,1	123,8	22,6	14,1	2,8	1,5
0,3	115,6	111,7	98,6	92,6	144,1	140,2	127,1	121,1	16,0	10,2	2,3	1,1
0,4	113,0	109,0	95	88,8	141,5	137,5	123,5	117,3	11,9	7,5	1,5	0,7
0,5	111,7	107,1	94,4	88,0	140,2	135,60	122,9	116,5	10,2	6,0	1,4	0,8
0,6	109,7	105,3	91,7	86,7	138,2	133,8	120,2	115,2	8,1	4,9	1,3	0,6
0,7	109,6	104,2	92,6	86,1	138,1	132,7	121,1	114,6	8,0	4,3	1,1	0,5
0,8	108,7	102,9	90,7	84,5	137,2	131,4	119,2	113,0	7,2	3,7	0,9	0,4
0,9	108,6	101,8	90,3	83,9	137,1	130,3	118,8	112,4	7,1	3,3	0,9	0,4
1	107,4	100,1	89,9	83,5	135,9	128,6	118,4	112,0	6,2	2,7	0,8	0,4
1,1	106,1	99,8	87,1	80,8	134,6	128,3	115,6	109,3	5,3	2,6	0,6	0,3
1,2	105,3	99,4	86,8	79,8	133,8	127,9	115,3	108,3	4,9	2,5	0,6	0,3
1,3	104,8	98,9	86,1	79,6	133,3	127,4	114,6	108,1	4,6	2,3	0,5	0,2
1,4	104	98,0	85,8	78,1	132,5	126,5	114,3	106,6	4,2	2,1	0,5	0,2
1,5	103,7	97,7	85,2	76,8	132,2	125,9	113,7	105,3	4,0	2,0	0,5	0,2
1,6	103,3	97,4	83,8	75,9	131,8	125,2	112,3	104	3,9	2,0	0,4	0,2
1,7	102,2	96,2	83,2	75,3	130,7	124,7	111,7	103,8	3,4	1,7	0,4	0,1
1,8	101,6	95,6	82,6	74,9	130,1	124,1	111,1	103,4	3,2	1,6	0,4	0,1
1,9	101,1	95,4	82,2	74,3	129,6	123,9	110,7	102,8	3,0	1,6	0,3	0,1
2	100,7	94,9	81,8	73,0	129,2	123,4	110,3	101,5	2,9	1,5	0,3	0,1

Tabela 3.3: Leitura obtida do telefone celular Motorola Lite II.

Distância [m]	Leituras[dB μ V/m]				Leitura+ fator antena+ atenuação cabo [dB μ V/m]				Campo Elétrico [V/m]			
	vertical		horizontal		vertical		horizontal		vertical		horizontal	
	max	med	max	med	max	med	max	med	max	med	max	med
0,1	118,8	115,2	105,3	103,0	147,3	143,7	133,8	131,5	23,2	15,3	4,9	3,8
0,2	115	111,3	102,5	100,0	143,5	139,8	131	128,5	14,9	9,8	3,5	2,7
0,3	109,7	106,9	96,1	93,6	138,2	135,4	124,6	122,1	8,1	5,9	1,7	1,3
0,4	107,7	105,2	94,5	91,8	136,2	133,7	123	120,3	6,4	4,8	1,4	1,0
0,5	103,1	101,9	89,7	87,3	131,6	131,6	118,2	115,8	3,8	3,3	0,8	0,6
0,6	101,4	99,5	87,8	84,1	129,9	128	116,3	112,6	3,1	2,5	0,6	0,4
0,7	101,3	98,6	87,3	83,7	129,8	127,1	115,8	112,2	3,1	2,2	0,6	0,4
0,8	101,1	97,8	87,2	83,6	129,6	126,3	115,7	112,1	3,0	2,1	0,6	0,4

0,9	100,7	96,0	86,8	83,0	129,2	124,5	115,3	111,5	2,9	1,6	0,6	0,4
1	100,6	95,4	86,6	82,4	129,1	123,9	115,1	110,9	2,8	1,6	0,6	0,3
1,1	100,2	94,8	86	81,7	128,7	123,3	114,5	110,2	2,7	1,5	0,5	0,3
1,2	98,7	94,3	84,9	81,2	127,2	122,8	113,4	109,7	2,3	1,4	0,5	0,3
1,3	97,9	93,9	83,4	79,1	126,4	122,4	111,9	107,6	2,1	1,3	0,4	0,2
1,4	97,4	93,5	83	78,4	125,9	122,0	111,5	106,9	2,0	1,3	0,4	0,2
1,5	96,6	92,6	82,8	78,1	125,11	124,7	111,3	106,6	1,8	1,1	0,4	0,2
1,6	96,3	92,1	82,2	77,3	124,8	120,6	110,7	105,8	1,7	1,0	0,3	0,2
1,7	95,9	91,5	81,6	76,9	124,4	120,0	110,1	105,4	1,6	1,0	0,3	0,2
1,8	95,4	91,1	81,4	76,2	123,9	119,6	109,9	104,7	1,5	0,9	0,3	0,2
1,9	95,2	90,9	81,3	75,3	123,7	119,4	109,8	103,8	1,5	0,9	0,3	0,1
2	93,9	89,1	79,9	74,2	122,4	117,6	108,4	102,7	1,3	0,8	0,2	0,1

A figura 3.1 compara as intensidades dos campos elétricos lidos nas polarizações vertical e horizontal da antena de medida, para o telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima e mantido na polarização vertical. A figura 3.2 faz a mesma comparação para o telefone celular Motorola Lite II. É possível notar a influência da polarização da antena de medida no valor do campo elétrico lido. Isto ocorre porque a maior componente do campo elétrico é paralela ao eixo longitudinal do elemento radiante; se a antena de medida estiver paralela à antena de emissão ela vai estar recebendo a maior componente do campo elétrico.

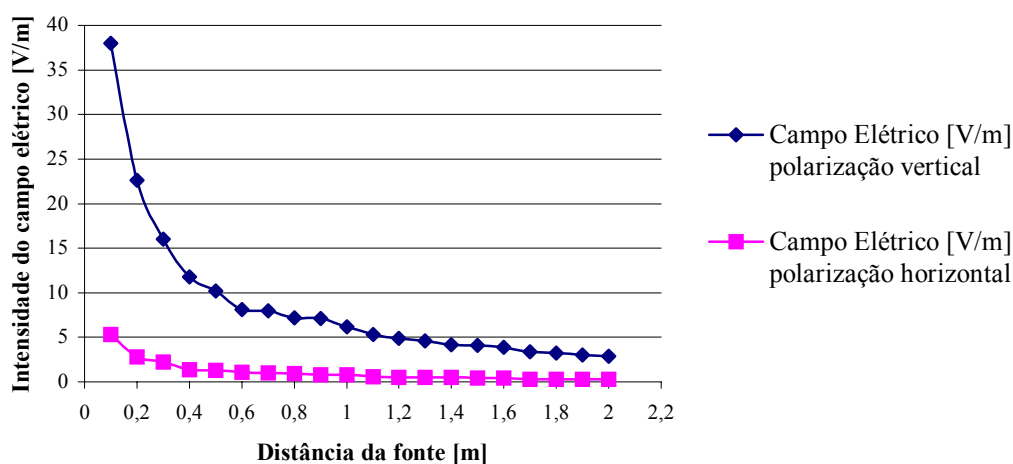


Figura 3.1: Comparação entre as intensidades dos campos elétricos nas polarizações vertical e horizontal emitidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

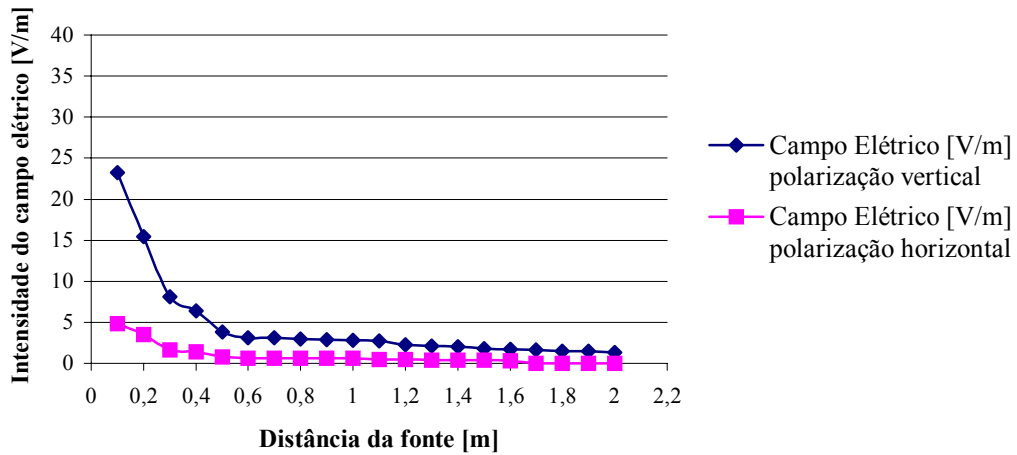


Figura 3.2: Comparação entre as intensidades dos campos elétricos nas polarizações vertical e horizontal emitidos pelo telefone celular Lite II operando em potência máxima

A tabela 3.4 apresenta o módulo $|E|$ do campo elétrico, que é calculado de acordo com a equação (4.c) (Kimel; Gerke, 1995):

$$|E| = \sqrt{E_{PV}^2 + E_{PH}^2} \text{ [V/m]} \tag{4.c}$$

Onde:

E_{PV} = Componente do campo elétrico na polarização vertical [V/m]

E_{PH} = Componente do campo elétrico na polarização horizontal [V/m]

Tabela 3.4: Módulo do campo elétrico emitido pelos dois telefones celulares operando em potência máxima.

Distância [m]	$ E $ [V/m] Motorola Star Tac	$ E $ [V/m] Motorola Lite II
0,1	38,3	23,6
0,2	22,8	15,8
0,3	16,1	8,3
0,4	11,9	6,6
0,5	10,3	3,8
0,6	8,2	3,2
0,7	8,1	3,1
0,8	7,3	3
0,9	7,2	2,9
1	6,3	2,9
1,1	5,4	2,7
1,2	4,9	2,3
1,3	4,6	2,1
1,4	4,2	2
1,5	4,1	1,8
1,6	3,9	1,7
1,7	3,4	1,6
1,8	3,2	1,5
1,9	3	1,5
2	2,9	1,3

A figura 3.3 compara o módulo do campo elétrico calculado para uma fonte operando em 600mW com o módulo do campo elétrico emitido pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

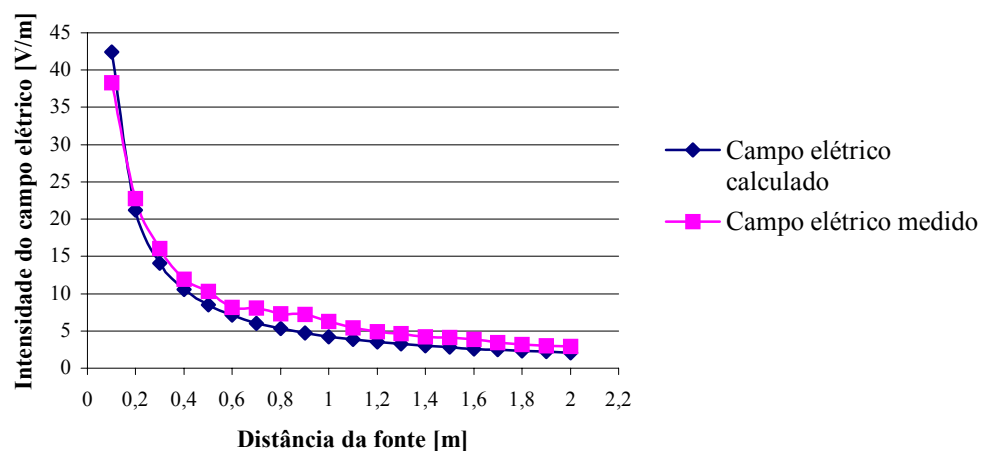


Figura 3.3: Comparação entre o módulo do campo elétrico calculado para uma fonte operando em 600mW e o módulo do campo elétrico medido para o telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

A figura 3.4 faz a mesma comparação para o celular Motorola Lite II, porém o campo elétrico foi calculado para uma fonte operando em 400mW.

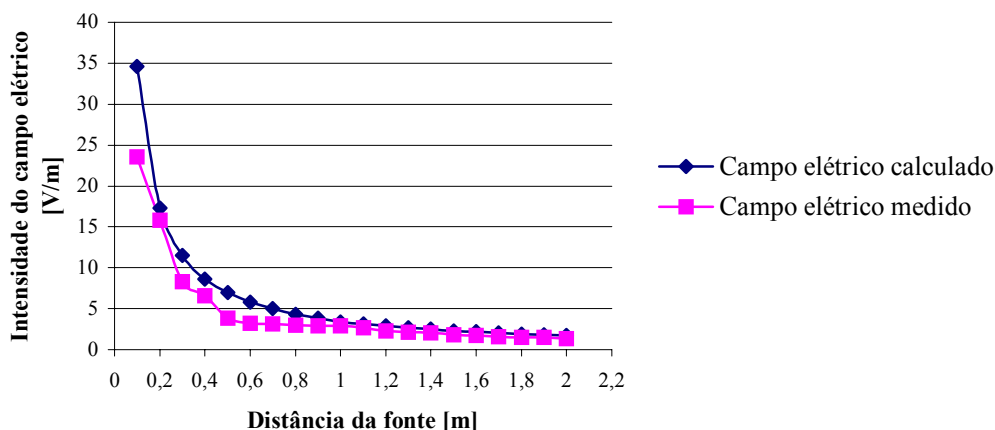


Figura 3.4: Comparação entre o módulo do campo elétrico calculado para uma fonte operando em 400mW e o módulo do campo elétrico medido para o telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

4.3) Alterações observadas nos equipamentos eletromédicos

Os testes com os EEM foram realizados conforme descrito no item (3.2) do capítulo Materiais e Métodos.

De acordo com a norma IEC 60601-1-2, norma de compatibilidade eletromagnética aplicada a EEM e utilizada como referência para a realização desse trabalho, os EEM devem ser projetados para suportar intensidades de campo elétrico de até 3V/m.

Analisando a tabela 3.4, observamos que essa condição só é atendida em regiões distantes do celular, $d > 1,9\text{m}$ para o telefone celular Motorola Star Tac e $d > 0,8\text{m}$ para o telefone celular Motorola Lite II.

4.3.1) Alterações observadas com os telefones celulares operando em potência máxima

Ao expor os EEM aos campos elétricos gerados pelo telefone celular operando em potência máxima, foram observadas diversas alterações funcionais nos mesmos. Essas alterações podem produzir condições de risco com gravidades variáveis. Levando em consideração os riscos potenciais representados aos pacientes, as alterações foram classificadas em 3 categorias de risco:

a) **Categoria 0:** De acordo com a avaliação subjetiva o EEM não apresentou nenhuma alteração perceptível em seu funcionamento;

b) **Categoria 1:** De acordo com a avaliação subjetiva, o EEM apresentou alterações perceptíveis porém não houve prejuízo no desempenho de sua função;

c) **Categoria 2:** De acordo com a avaliação subjetiva, o EEM apresentou alterações perceptíveis com o prejuízo no desempenho de sua função.

A figura 3.5 mostra a divisão das alterações observadas pelas categorias apresentadas acima para o telefone celular motorola Star Tac operando em potência máxima.

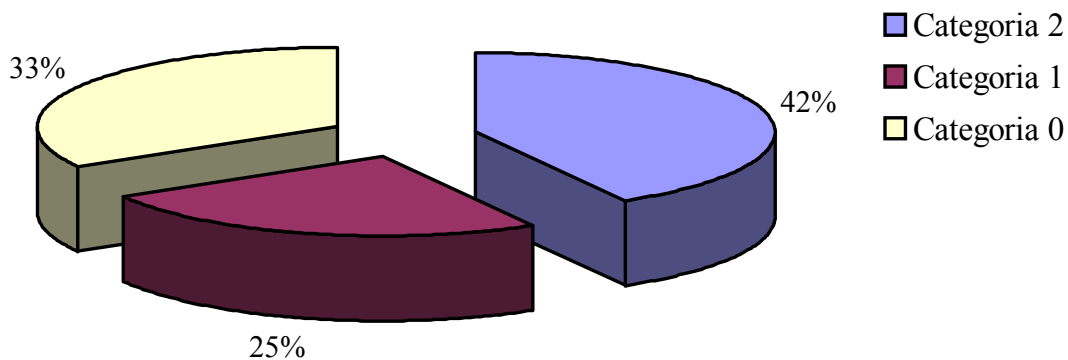


Figura 3.5: Distribuição das alterações observadas nos EEM quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

A figura 3.6 mostra a mesma divisão, porém com os EEM sendo expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

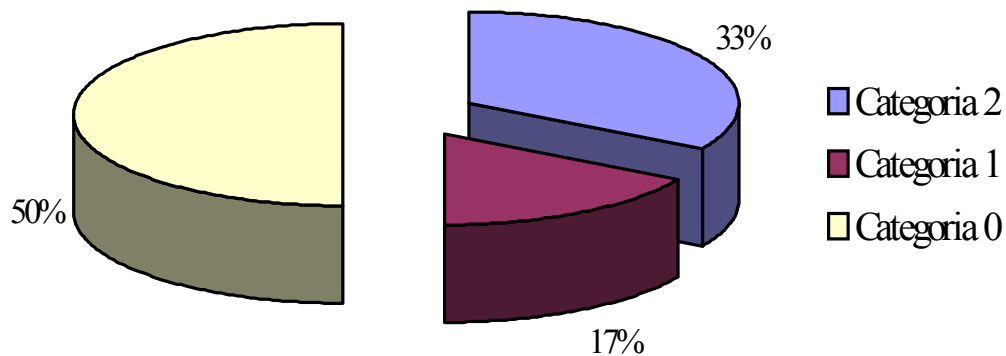


Figura 3.6: Distribuição das alterações observadas nos EEM quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

4.3.2) Descrição das alterações observadas nos equipamentos eletromédicos

4.3.2.1) Alterações observadas nas bombas de infusão

São apresentadas na tabela 3.5 as alterações observadas nas bombas de infusão testadas quando expostas aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima. A tabela 3.6 resume as alterações observadas quando os mesmos EEM foram expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima. As posições de teste dos equipamentos indicadas nas tabelas 3.5 a 3.12 correspondem ao seguinte:

P1 (posição 1): parte frontal do EEM exposta ao telefone celular;

P2 (posição 2): lateral direita do EEM exposta ao telefone celular;

P3 (posição 3): parte posterior do EEM exposta ao telefone celular;

P4 (posição 4): lateral esquerda do EEM exposta ao telefone celular.

A letra **S** indica a ocorrência de interferência e a letra **N** indica a não ocorrência de interferência perceptível.

O anexo III apresenta os formulários de testes utilizados onde estão contidas as descrições completas das interferências observadas nas bombas de infusão testadas.

Tabela 3.5: Resumo das alterações observadas nas bombas de infusão quando expostas aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

Equipamento	Fluxo [ml/h]	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal				
			P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	
A3	5	0,1	S	S	S	S	N	N	N	N	
		0,2	S	S	S	S	N	N	N	N	
		0,3	S	N	N	N	N	N	N	N	
		0,4	N	N	N	N	N	N	N	N	
		0,5	N	N	N	N	N	N	N	N	
	10	0,1	S	S	S	S	N	N	N	N	
		0,2	S	S	S	S	N	N	N	N	
		0,3	S	S	N	N	N	N	N	N	
		0,4	S	N	N	N	N	N	N	N	
		0,5	N	N	N	N	N	N	N	N	
	100	0,1	S	S	S	N	N	N	N	N	
		0,2	N	N	N	N	N	N	N	N	
	A2	50	0,1	S	S	S	S	N	N	S	N
			0,2	S	N	S	S	N	N	S	N
0,3			N	N	S	S	N	N	N	N	
0,4			N	N	S	S	N	N	N	N	
0,5			N	N	N	N	N	N	N	N	
100		0,1	S	S	S	S	N	N	S	N	
		0,2	N	N	S	S	N	N	S	N	
		0,3	N	N	S	S	N	N	N	N	
		0,4	N	N	S	S	N	N	N	N	
		0,5	N	N	N	N	N	N	N	N	
300		0,1	S	S	S	S	N	N	S	N	
		0,2	N	N	S	S	N	N	S	N	
		0,3	N	N	S	N	N	N	N	N	
		0,4	N	N	S	N	N	N	N	N	
		0,5	N	N	N	N	N	N	N	N	
A1	NÃO FOI OBSERVADA INTERFERÊNCIA										

Tabela 3.6: Resumo das alterações observadas nas bombas de infusão quando expostas aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Equipamento	Fluxo [ml/h]	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
			P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
A3	5	0,1	S	S	S	N	N	N	N	N
		0,2	N	N	N	N	N	N	N	N
		0,3	N	N	N	N	N	N	N	N
	10	0,1	S	S	S	S	N	N	N	N
		0,2	S	S	N	N	N	N	N	N
		0,3	N	N	N	N	N	N	N	N
		0,4	N	N	N	N	N	N	N	N
100	0,1	N	N	N	N	N	N	N	N	
A2	50	0,1	S	N	S	S	N	N	S	N
		0,2	N	N	S	S	N	N	N	N
	100	0,1	N	N	S	S	N	N	N	N
		0,2	N	N	S	S	N	N	N	N
	300	0,1	N	N	S	S	N	N	N	N
		0,2	N	N	S	N	N	N	N	N
A1	NÃO FOI OBSERVADA INTERFERÊNCIA									

4.3.2.2) Alterações observadas nos monitores cardíacos

São apresentadas na tabela 3.7 as alterações observadas nos monitores cardíacos testados quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima. A tabela 3.8 resume as alterações observadas quando os mesmos EEM foram expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Tabela 3.7: Resumo das alterações observadas nos monitores cardíacos quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

Equipamento	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
B4	0,1	S	N	S	S	N	N	N	N
	0,2	S	N	S	S	N	N	N	N
	0,3	S	N	S	S	N	N	N	N
	0,4	N	N	N	N	N	N	N	N
B2	0,1	S	N	N	N	N	N	N	N

	0,2	N	N	N	N	N	N	N	N
B1	NÃO OCORREU ALTERAÇÃO								
B3	0,1	S	S	S	S	S	S	S	S
	0,2	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,3	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,4	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,5	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,6	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,7	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,8	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,9	S	S	S	N	N	N	N	N
	1,0	S	S	S	N	N	N	N	N
	1,1	N	S	S	N	N	N	N	N
	1,2	N	S	S	N	N	N	N	N
	1,3	N	S	N	N	N	N	N	N
1,4	N	N	N	N	N	N	N	N	

Tabela 3.8: Resumo das alterações observadas nos monitores cardíacos quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Equipamento	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
B3	0,1	S	S	S	S	S	N	N	N
	0,2	S	S	S	S	S	N	N	N
	0,3	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,4	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,5	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,6	S	S	S	S	N	N	N	N
	0,7	S	N	N	N	N	N	N	N
	0,8	N	N	N	N	N	N	N	N
B4	0,1	S	N	S	S	N	N	N	N
	0,2	N	N	N	N	N	N	N	N
B2	0,1	S	N	N	N	N	N	N	N
	0,2	N	N	N	N	N	N	N	N
B1	NÃO OCORREU ALTERAÇÃO								

O anexo IV apresenta os formulários de testes utilizados onde estão contidas as descrições completas das interferências observadas nos monitores cardíacos.

4.3.2.3) Alterações observadas no monitor de pressão não invasivo

São apresentadas na tabela 3.9 as alterações observadas no monitor de pressão não invasivo testado quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola

Star Tac operando em potência máxima. A tabela 3.10 resume as alterações observadas quando o mesmo EEM foi exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Tabela 3.9: Resumo das alterações observadas no monitor de pressão não invasivo quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

Equipamento	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
D1	0,1	S	N	S	N	S	N	S	N
	0,2	S	N	N	N	S	N	N	N
	0,3	S	N	N	N	S	N	N	N
	0,4	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabela 3.10: Resumo das alterações observadas no monitor de pressão não invasivo quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Equipamento	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
D1	0,1	S	N	N	N	S	N	N	N
	0,2	S	N	N	N	S	N	N	N
	0,3	N	N	N	N	N	N	N	N

O anexo V apresenta o formulário de teste utilizado onde estão contidas as descrições completas das interferências observadas no monitor de pressão não invasivo.

4.3.2.4) Alterações observadas nos oxímetros

São apresentadas na tabela 3.11 as alterações observadas nos oxímetros testados quando expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima. A tabela 3.12 resume as alterações observadas quando os mesmos EEM foram expostos aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Tabela 3.11: Resumo das alterações observadas nos oxímetros quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Star Tac operando em potência máxima.

Fabricante Modelo	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
DATEX SAT LITE	0,1	S	N	N	N	N	N	N	N
	0,2	S	N	N	N	N	N	N	N
	0,3	N	N	N	N	N	N	N	N
BCI MICROSPAN 3040	0,1	S	S	N	S	S	S	S	S
	0,2	N	N	N	S	N	N	S	N
	0,3	N	N	N	N	N	N	N	N
NOVAMETRI X OXYPLETH	NÃO OCORREU INTERFERÊNCIA								
NELLCOR OXÍMETRO DE PULSO	NÃO OCORREU INTERFERÊNCIA								

Tabela 3.12: Resumo das alterações observadas nos oxímetros quando exposto aos campos elétricos produzidos pelo telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima.

Fabricante Modelo	Distância [m]	Polarização Vertical				Polarização Horizontal			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
DATEX SAT LITE	0,1	S	N	N	N	N	N	N	N
	0,2	N	N	N	N	N	N	N	N
BCI MICROSPAN 3040	0,1	N	N	N	S	N	N	S	S
	0,2	N	N	N	N	N	N	N	N
NOVAMETRI X OXYPLETH	NÃO OCORREU INTERFERÊNCIA								
NELLCOR OXÍMETRO DE PULSO	NÃO OCORREU INTERFERÊNCIA								

O anexo VI apresenta os formulários de testes utilizados onde estão contidas as descrições completas das interferências observadas nos oxímetros.

Os resultados dos testes com os telefones celulares operando nas potências médias não foram apresentados pois no caso de telefone celular Motorola Star Tac os resultados assemelham-se aos do telefone celular Motorola Lite II operando em potência máxima, e no caso do telefone celular Motorola Lite II não houve a ocorrência de interferências perceptíveis.

CAPÍTULO 5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados experimentais deste estudo referendam a maioria dos resultados de trabalhos semelhantes que vêm sendo realizado por outras equipes em diversos países. Observando a tabela 3.4 é possível verificar a influência da potência de transmissão do telefone celular no campo elétrico emitido.

Considerando a distância de 1m da fonte emissora (telefone celular), o campo elétrico emitido pelo modelo Motorola Star Tac operando em potência máxima é por volta de 6V/m, valor acima do prescrito pela IEC 60601-1-2 (3V/m) para EEM. Por outro lado o campo elétrico emitido pelo telefone celular Motorola Lite II é por volta de 2,9V/m para a mesma distância e estando o mesmo operando em potência máxima, o valor neste caso está dentro do limite prescrito pela norma IEC60601-1-2. Isto ocorre porque as potências máximas de operação dos dois telefones celulares são diferentes.

Sendo assim, deve-se ter cautela ao estabelecer uma distância mínima de segurança entre fontes emissoras de radiofrequência e EEM, pois uma mesma distância pode ser satisfatória para uma fonte e para outra não.

Observando as figuras 3.3 e 3.4 nota-se a concordância entre os valores calculados e os valores medidos dos campos elétricos. Essa boa aproximação ocorre porque as medidas foram realizadas em campo distante da antena transmissora, o que pode ser confirmado ao observar que a distâncias maiores da fonte emissora os valores são praticamente iguais.

As figuras 3.5 e 3.6 apresentam os resultados das alterações observadas nos EEM quando eles foram expostos aos campos medidos. A partir dos resultados é possível notar que uma parcela significativa dos EEM testados mostrou-se susceptível aos campos elétricos emitidos pelos telefones celulares avaliados.

As tabelas 3.5 a 3.12 mostram que as alterações nos EEM ocorrem em sua maioria nas distâncias inferiores a 0,3m da fonte emissora. É possível verificar também que as alterações observadas nos EEM são dependentes de diversos fatores como:

- Polarização da antena da fonte transmissora: visto que aproximadamente 80% da radiação é emitida paralela ao eixo longitudinal do elemento irradiante, se o componente susceptível do EEM estiver posicionado paralelamente à antena emissora, o campo elétrico incidente sobre ele será próximo ao máximo, e nessa condição o equipamento estará mais susceptível. As figuras 3.1 e 3.2 mostram uma comparação entre as intensidades dos campos elétricos medidos nas duas polarizações.

- Distância da fonte: sendo o campo elétrico diretamente proporcional à potência da fonte emissora e considerando que aquela cai com a distância, o campo elétrico também diminui com a distância. A diminuição do campo elétrico também reduz a probabilidade de ocorrência de interferências.

- Face do equipamento exposta: Observando as tabelas 3.5 a 3.12 que apresentam os resultados dos testes com os EEM, é notável a influência da posição do EEM na ocorrência da interferência. Isto se deve a aspectos construtivos dos EEM (painéis, blindagens, etc.) assim como ao posicionamento dos componentes susceptíveis internamente ao EEM, que modifica o acoplamento com a fonte de interferência.

Além desses fatores existem outros que estão ligados às características de funcionamento do EEM, por exemplo: a maior susceptibilidade de um dos modelos de bombas de infusão testados em um determinado fluxo [10ml/h]. Estas condições podem manifestar-se conjuntamente e serem ainda modificadas pelas condições geométricas do ambiente (atenuações e reflexões) conferindo às EMIs um caráter fortemente aleatório e probabilístico. O mau funcionamento de equipamentos médicos devido às EMIs é, portanto, quase sempre imprevisível e nem sempre reprodutível.

Dos equipamentos testados, o que apresentou maior susceptibilidade foi um dos modelos de monitor cardíaco. Apesar de ser um equipamento antigo, (mais de 10 anos de fabricação), até a realização deste estudo estava em operação normal na UTI do Hospital das Clínicas da UNICAMP (por essa razão foi selecionado para o estudo).

Além dos testes descritos nesse trabalho, cujas potências dos telefones celulares foram controladas, foram realizados outros a título de curiosidade, com outros telefones celulares sem o controle da potência. Nestes testes foram observadas interferências semelhantes às encontradas nos ensaios controlados.

A partir dos resultados observados é possível constatar que um número significativo de equipamentos eletromédicos não é adequado para operar em ambientes hostis do ponto de vista eletromagnético, apresentando degradação no seu funcionamento. Em tal situação, os pacientes podem ser submetidos a uma condição de risco ainda maior do que aquela decorrente da sua própria condição clínica.

Os equipamentos que foram ensaiados são produtos de gerações tecnológicas diferentes sendo a sua maioria fabricada entre os anos de 1994 e 2000. Foi observado que mesmo os equipamentos de tecnologias mais recentes apresentaram susceptibilidade aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, talvez porque o projeto destes EEM ainda não considere os problemas com EMI. Nos países em desenvolvimento, onde o ritmo de substituição de equipamentos por obsolescência tecnológica é menor que nos países desenvolvidos é comum encontrar equipamentos eletromédicos em operação há vários anos, coexistindo com os mais recentes produtos de telecomunicações.

Esta incompatibilidade tecnológica é inevitável e tão mais pronunciada quanto mais lenta for a substituição do parque de equipamentos nos hospitais. A reversão desta condição em curto prazo apresenta dificuldades técnicas e é fortemente dependente do investimento em tecnologias compatíveis que o hospital se disponha a fazer. Mesmo assim, a rapidez com que novos produtos potencialmente geradores de EMI passam a ser utilizados nos hospitais limita o alcance de uma "solução por substituição". Nessas condições onde a compatibilidade entre duas tecnologias parece difícil de ser alcançada, o estabelecimento de uma política de gerenciamento aparece como um dos recursos mais factíveis para os hospitais gerenciarem os problemas relacionados à EMI.

Enquanto a falta de compatibilidade entre tecnologias oferecer riscos aos pacientes, é essencial que as instituições de saúde estabeleçam programas visando a orientação dos usuários dos telefones celulares sobre o risco potencial que os mesmos possuem em produzir interferência nos equipamentos eletromédicos. A presença do telefone celular em um ambiente não determina o aparecimento de interferência nos equipamentos eletromédicos, mas aumenta a probabilidade de sua ocorrência.

A existência de risco comprovado de EMI neste estudo é um forte estímulo para que outros trabalhos sejam realizados, buscando agora reproduzir com mais fidelidade as condições do ambiente hospitalar. Além disso, existem condições específicas onde a exposição a ambientes eletromagnéticos é mais crítica, como é o caso de pacientes portadores de marca-passo ou holter. Ambulâncias, UTIs móveis aéreas e terrestres, bem como os serviços de *Home Care* são bons candidatos ao estudo das EMIs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ABRICEM, *Diretrizes Gerais Para Exposição a Campos Elétricos e Magnéticos*, São Paulo, 2000.

[2] ABNT, *NBR-IEC 60601-1-2: Norma colateral: Compatibilidade Eletromagnética Prescrições e Ensaio em Equipamentos Eletromédicos*, São Paulo, 1996, p.3-12.

[3] ADLER, D., MARGUILES, L., MAHLER, Y., ISRAELI, A., *Measurements of Electromagnetic Fields Radiated from Communication Equipment and Environmental Electromagnetic Noise: Impact on the use of Communication Equipment within the Hospital*. Biomedical Instrumentation & Technology, november/december 1998, p. 581-590.

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

[4] AHA, *EMC: How to Manage the Challenge*. Healthcare Facilities Management Series, Texas, 1997, p. 1-27.

[5] ANATEL, *NGT-20: Norma geral das Telecomunicações – Serviço Móvel de Telefonia Celular*, 1996.

[6] BABA, I., FURUHATA, 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.

[7] BOYD, S., BOIVIN, W., COLETTA, J., HARRIS, C., NEUBANER, L., *Documenting Radiated Electromagnetic Field Strength in the Hospital Environment*. Journal of Clinical Engineering, march/april, 1999, p. 124-132.

- [8] 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.
- [9] CHENG, D., *Field and Wave electromagnetics*, Addison-Wesley, 2th ed. New York, 1989, p. 350-354.
- [10] CHATTERTON, P., HOULDEN, M., *EMC Electromagnetic Theory to Practical Design*, John Wiley & Sons, 1996, West Sussex, p. 08-15.
- [11] COLLIN, Robert E., *Antennas and Radiowave Propagation*, Mc Graw Hill, New York 1985, p. 03-06.
- [12] DAVID, Y., DAVID, W., *The Clinical Enginner: A Ghost Hunter or Manager of EMI*. Biomedial Instrumentation & Technology, march/april, 1998, p.177-181.
- [13] DAVID, Y., BUKAHARI, S., PAPERMAN, D., *Management of Electromagnetic Interference at a Hospital*. Journal of Clinical Engineering, march/april, 2000, p. 95-103.
- [14] ESTEVES, Luiz C., *Atenas - Teoria Básica e Aplicações*, MC Graw Hill, Brasil, 1980, p.48-77.
- [15] FDA, *MDS - 201-0004: Electromagnetic Compatibility Standard for Medical Devices*, Maryland, 1979, p. 1-28.
- [16] HALLIDAY, D., RESNICK, R., *Física*, 4^a edição, Livros Técnicos e Científicos, 1990, p.59-78.
- [17] IEEE, *Std C95.3-1991: Recommended Practice for the Measurement of Potentially Hazardous Electromagnetic Fields – RF and Microwave*, New York, 1992, p.23-58.

[18] IEC-CISPR 16-2: *Methods of Measurement of Disturbance and Immunity Measuring Apparatus and Methods*, 1996, p.13-73

[19] IEC-CISPR 16-1: *Radio Disturbance and Immunity Measuring Apparatus*,1993, p.15-73.

[20] KEISER, Benhard., *Principles of Electromagnetic Compatibility*, Artech House 3th ed., Norwood, 1987, p.02-07.

[21] KIMEL, W., GERKE, D., *Electromagnetic Compatibility in Medical Equipment: A Guide for Designers and Installers*, IEEE, Inc, 1995, New York, p. 03-20.

[22] KRAUS, John D., *Antenas*, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1983, p. 01-07, 419-455.

[23] MARCO, D.,*Testing of Work Enviroments for Electromagnetic Interference*. PACE, vol 15, 1992, p. 2016-1022.

[24] NASCIMENTO, Juarez., *Telecomunicações*, Makron Books, 2^a ed. São Paulo, 2000, p. 07-14, p.232-264.

[25] PAUL, C., NASAR, S., *Introduction to Electromagnetic Fields*, John Wiley & Sons, Inc, New York 1987, p. 502-506.

[26] PAUL, Clayton R., *Introduction to Electromagnetic Compatibility*, John Wiley & Sons, Inc, New York 1992, p. 1-213.

[27] SILBERBERG. J., *Performance Degradation of Electronic Medical Devices Due to Electromagnetic Interference*. Compliance Engineering, vol X, nº 5, Fall 1993.

[28] WALDMAN, H., YACOUB, M., *Telecomunicações Princípios e Tendências*, Érica 4^a ed. São Paulo 2000, p.44-59.

[29] WARNOWICZ, A., *The Pacemaker Patient and the Electromagnetic Enviroment*. Clin. Prog. in Pacing and Electrophysiol, vol 1, 1983, p. 166-176.

[30] WITTERS, D., TURCOTTE, J., *A Pratical Technique for Assessing Electromagnetic Interference in the Clinical Setting AD HOC Testing*. Biomedical Instrumentation & Technology, may/june, 1998, p. 241-252.

ANEXOS

ANEXO I	67
ANEXO II	68
ANEXO III	73
ANEXO III	82
ANEXO III	88
ANEXO III	89
ANEXO III	90
ANEXO III	95
ANEXO IV	98
ANEXO IV	100
ANEXO IV	102
ANEXO IV	105
ANEXO IV	108
ANEXO IV	115
ANEXO IV	119
ANEXO IV	120
ANEXO V	121
ANEXO V	124
ANEXO VI	127
ANEXO VI	130
ANEXO VI	133
ANEXO VI	136
ANEXO VI	138
ANEXO VI	139
ANEXO VI	140
ANEXO VI	141

ANEXO I

Formulário Para Medida do Campo Elétrico

Fonte: _____ Modelo: _____ Fabricante: _____
Número de série: _____ Ano de fabricação: _____ Potência ensaio _____ [mW] Freqüência: _____ [MHz]
Atenuação do cabo 1dB
Fator de antena 27,5 dB
Data: ____ / ____ / ____

Distância [m]	Polarização Vertical [dB μ V/m]									Polarização Horizontal [dB μ V/m]								
0,1																		
0,2																		
0,3																		
0,4																		
0,5																		
0,6																		
0,7																		
0,8																		
0,9																		
1,0																		
1,1																		
1,2																		
1,3																		
1,4																		
1,5																		
1,6																		
1,7																		
1,8																		
1,9																		
2,0																		

OBSERVAÇÕES:

ANEXO II

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento:
Modelo:
Fabricante:
PI:
Ano de Fabricação:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: _____
b) Equipamento opera com bateria: () sim () não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: _____ metros.
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? _____ () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ () não
g) Equipamento requer alguma condição especial de operação?
() sim; qual? _____ () não

DESCRIÇÃO DA FONTE DE INTERFERÊNCIA UTILIZADA

Fonte:
Modelo
Fabricante:
Número de série:
Potência de ensaio:
Frequência

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,2	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,3	Polarização vertical- Polarização horizontal-

·
·
·

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,2	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,3	Polarização vertical- Polarização horizontal-

·
·
·

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,2	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,3	Polarização vertical- Polarização horizontal-

·
·
·

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,2	Polarização vertical- Polarização horizontal-
0,3	Polarização vertical- Polarização horizontal-

•
•
•

ANEXO III

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: A3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

a) Tensão de alimentação: 220V

b) Equipamento opera com bateria: sim não

c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2,5 [m]

d) Equipamento possui eletrodos? sim; quantos? _____ não

e) Equipamento possui sensores? sim; quais? Sensor de bolhas e pressão não

f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética

sim; qual? _____ não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular

Modelo: Star Tac

Fabricante: Motorola

Potência de ensaio: potência máxima

Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A bomba de infusão foi testada nos fluxos: 5ml/h, 10ml/h, 100ml/h.

O equipamento possui ajuste de sensibilidade a pressão do equipo, cada vazão possui três ajustes diferentes de pressão.

Em cada vazão foram testados os três ajustes de pressão.

RESUMO DOS TESTES

De acordo com os testes realizados o equipamento mostrou-se susceptível aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular.

As interferências podem ser classificadas na categoria de risco 2 pois houve a paralisação da função do equipamento (infusão).

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,5	<p>Polarização vertical - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg- Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg – Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg- Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração. -</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg- Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg- Não ocorreu alteração. 300mmHg- Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg- Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração. -</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

ANEXO III

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: A3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: sim não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? sim; quantos? _____ não
e) Equipamento possui sensores? sim; quais? Sensor de bolhas e pressão não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
 sim; qual? _____ não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Motorola Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de ensaio: potência máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A bomba de infusão foi testada nos fluxos: 5ml/h, 10ml/h, 100ml/h
O equipamento possui ajuste de sensibilidade a pressão do equipo, cada vazão possui três ajustes diferentes de pressão.
Em cada vazão foram testados os três ajustes de pressão.

RESUMO DOS TESTES

De acordo com os testes realizados o equipamento mostrou-se susceptível aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular.
As interferências podem ser classificadas na categoria de risco 2 pois houve a paralisação da função do equipamento (infusão).

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após aproximadamente 15s de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração. -
0,2	Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- 50mmHg - Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa condição. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg --Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg-Imediatamente após a exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
-----	---

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Fluxo 5ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 10ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Após alguns segundos de exposição aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, ocorreu o disparo do alarme do equipamento indicando oclusão, porém não havia realmente essa situação. 150mmHg - Ocorreu alteração no valor da pressão no equipo indicada no display, porém não houve oclusão. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50mmHg - Não ocorreu alteração. 150mmHg - Não ocorreu alteração. 300mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

Fluxo 100ml/h

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 150mmHg - Não ocorreu alteração. 250mmHg - Não ocorreu alteração. 400mmHg - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

ANEXO III

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: A1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110/220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim () não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2,0 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? _____ (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de bolhas e gotas () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(x) sim; qual? Equipamento não deve ser utilizado próximo de fontes de RF () não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de ensaio: potência máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A bomba de infusão foi testada nos fluxos: 50ml/h, 100ml/h e 300ml/h.

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma interferência perceptível. O equipamento foi classificado como de categoria de risco 0.

ANEXO III

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: A1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110/220V
b) Equipamento opera com bateria: sim não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2,0 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? sim; quantos? _____ não
e) Equipamento possui sensores? sim; quais? Sensor de bolhas e gotas não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(sim; qual? Equipamento não deve ser utilizado próximo de fontes de RF não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de ensaio: potência máxima
Freqüência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A bomba de infusão foi testada nos fluxos: 50ml/h, 100ml/h e 300ml/h.

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma interferência perceptível. O equipamento foi classificado como de categoria de risco 0.

ANEXO III

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: A2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110/220V
b) Equipamento opera com bateria: sim não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2,3 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? sim; quantos? _____ não
e) Equipamento possui sensores? sim; quais? Sensor de bolhas e gotas não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
 sim; qual? _____ não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de ensaio: potência máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A bomba de infusão foi testada nos fluxos: 50ml/h, 100ml/h e 300ml/h.

RESUMO DOS TESTES

O equipamento testado mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos. As alterações ocorridas podem ser classificadas na categoria de risco 2 pois houve alteração no desempenho da função do equipamento (infusão), além disso houve o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 300ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Não ocorreu alteração. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Não ocorreu alteração. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p> <p>Polarização horizontal 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p>
0,2	<p>Polarização vertical 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p> <p>Polarização horizontal 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p>

0,3	<p>Polarização vertical 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,5	<p>Polarização vertical - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 300ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 300ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,3	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,5	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Não ocorreu alteração. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

ANEXO III

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: A2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110/220V
b) Equipamento opera com bateria: sim não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2,3 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? sim; quantos? _____ não
e) Equipamento possui sensores? sim; quais? Sensor de bolhas e gotas não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
 sim; qual? _____ não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Motorola Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de ensaio: potência máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A bomba de infusão foi testada nos fluxos: 50ml/h, 100ml/h e 300ml/h.

RESUMO DOS TESTES

O equipamento testado mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos. As alterações ocorridas podem ser classificadas na categoria de risco 2 pois houve alteração no desempenho da função do equipamento (infusão), além disso houve o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical- 50ml/h - Não ocorreu alteração. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- 50ml/h - Não ocorreu alteração. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical- 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. Polarização horizontal- 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.

0,2	<p>Polarização vertical 50ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 100ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria. 300ml/h - Ocorreu o chaveamento do equipamento da rede para a bateria.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração</p>
0,3	<p>Polarização vertical 50ml/h - Não ocorreu alteração 100ml/h - Não ocorreu alteração 300ml/h - Não ocorreu alteração</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(incidência lateral esquerda)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 300ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas indicando vazão livre. 100ml/h - Com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal ocorreu o aumento na contagem de gotas, porém não houve o disparo do alarme. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical- 50ml/h - Não ocorreu alteração. 100ml/h - Não ocorreu alteração. 300ml/h - Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração</p>

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I.

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se pouco susceptível, ocorreram alterações na estabilidade do monitor, porém o traçado do ECG mostrou-se inalterado com a presença do celular. Contudo é impossível prever quais serão as consequências que essa instabilidade no monitor pode provocar no desempenho do equipamento em longo prazo. O equipamento foi classificado na categoria de risco 1.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I.

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se pouco susceptível, ocorreram alterações na estabilidade do monitor, porém o traçado do ECG mostrou-se inalterado com a presença do telefone celular. Contudo é impossível prever quais serão as consequências que essa instabilidade no monitor pode provocar no desempenho do equipamento em longo prazo. O equipamento foi classificado na categoria de risco I.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110V
b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se pouco susceptível, ocorreram alterações na estabilidade do monitor, porém o traçado do ECG mostrou-se inalterado com a presença do telefone celular. Contudo é impossível prever quais serão as conseqüências que essa instabilidade no monitor pode provocar no desempenho do equipamento em longo prazo. O equipamento foi classificado na categoria de risco 1.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,4	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

0,4	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
-----	--

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,4	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

a) Tensão de alimentação: 110V

b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não

c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]

d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não

e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não

f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular

Modelo: Lite II

Fabricante: Motorola

Potência de teste: Potência Máxima

Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se pouco susceptível, ocorreram alterações na estabilidade do monitor, porém o traçado do ECG mostrou-se inalterado com a presença do telefone celular. Contudo é impossível prever quais serão as conseqüências que essa instabilidade no monitor pode provocar no desempenho do equipamento em longo prazo. O equipamento foi classificado na categoria de risco 1.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Ocorreram alterações na estabilidade do monitor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
-----	--

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110V
b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I
Velocidade 25mm/s
Ganho 20mm/mv

RESUMO DOS TESTES

O equipamento testado mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos, ocorreram alterações no seu funcionamento enquadradas na categoria de risco 2: ocorreram alterações nas leituras, bem como a atuação de alarmes; em determinados momentos foi perdida completamente a forma de onda do ECG.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical - Foi perdida totalmente a forma de onda do ECG, a frequência dos batimentos cardíacos lidos foi alterada, houve o disparo do alarme de taquicardia.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical - Foi perdida totalmente a forma de onda do ECG, a frequência dos batimentos cardíacos lidos foi alterada, houve o disparo do alarme de taquicardia.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical - Foi perdida totalmente a forma de onda do ECG, a frequência dos batimentos cardíacos lidos foi alterada, houve o disparo do alarme de taquicardia.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,5	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,6	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,7	<p>Polarização vertical – Foi observado alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>

0,8	<p>Polarização vertical – Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorreram alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal-Não ocorreu alteração.</p>
0,9	<p>Polarização vertical - Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorreram alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
1,0	<p>Polarização vertical -Não ocorreram alterações com o telefone celular parado, ocorreram alterações leves com a movimentação do celular da posição vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
1,1	<p>Polarização vertical – Não ocorreram alterações.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical - Foi perdida totalmente a forma de onda do ECG, a frequência dos batimentos cardíacos lidos foi alterada, houve o disparo do alarme de taquicardia. Os batimentos cardíacos durante a leitura oscilavam entre 95 e 140 bpm.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical - Foi perdida totalmente a forma de onda do ECG, a frequência dos batimentos cardíacos lidos foi alterada, houve o disparo do alarme de taquicardia.</p> <p>Polarização horizontal - Alteração leves na forma de onda.</p>
0,3	<p>Polarização vertical - Foi perdida totalmente a forma de onda do ECG, a frequência dos batimentos cardíacos lidos foi alterada, houve o disparo do alarme de taquicardia.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

0,4	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,5	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,6	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,7	<p>Polarização vertical – Foi observada alteração da forma de onda do ECG, porém não ocorreu o disparo de alarmes. Ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não houve alteração.</p>
0,8	<p>Polarização vertical – Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal</p> <p>Polarização horizontal-Não ocorreu alteração.</p>
0,9	<p>Polarização vertical - Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
1,0	<p>Polarização vertical - Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
1,1	<p>Polarização vertical – Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>

1,2	<p>Polarização vertical - Foram observadas alterações discretas na forma de onda, ocorrem alterações mais significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
1,3	<p>Polarização vertical - Ocorrem alterações significativas com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
1,4	<p>Polarização vertical - Não ocorreram alterações.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical – Ocorreu a perda total da forma de onda do ECG, com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal ocorreu o aumento dos batimentos cardíacos lidos de 110 para 150 bpm.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical - Ocorreu a perda total da forma de onda do ECG.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,3	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
0,4	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
0,5	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
0,6	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>

0,7	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
0,8	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
0,9	<p>Polarização vertical – Alteração da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
1,0	<p>Polarização vertical – Alteração leve da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
1,1	<p>Polarização vertical – Alteração leve da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
1,2	<p>Polarização vertical – Alteração leve da forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreram alterações.</p>
1,3	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical – Ocorreu a perda total da forma de onda do ECG. Com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal ocorreu o aumento dos batimentos cardíacos lidos de 110 para 150 bpm. Foi observada também a existência de um ruído interno no equipamento, bem como o aparecimento de instabilidade no monitor.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>

0,2	<p>Polarização vertical – Ocorreu a perda total da forma de onda do ECG, com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal ocorreu o aumento dos batimentos cardíacos lidos de 110 para 150 bpm. Foi observada também a existência de um ruído interno no equipamento, bem como o aparecimento de instabilidade no monitor.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,3	<p>Polarização vertical - Ocorreu a perda total da forma de onda do ECG. A alteração na forma de onda aumenta com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,4	<p>Polarização vertical – Ocorreu alteração na forma de onda do ECG, porém em menor intensidade quando comparada a posição anterior (0,3m)</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,5	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração com o telefone celular parado, porém ocorreu alterações com sua movimentação da polarização vertical para horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,6	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração com o telefone celular parado, porém ocorreu alterações com sua movimentação da polarização vertical para horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,7	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração com o telefone celular parado, porém ocorreu alterações com sua movimentação da polarização vertical para horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,8	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração com o telefone celular parado, porém ocorreu alterações com sua movimentação da polarização vertical para horizontal.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>
0,9	<p>Polarização vertical – Não ocorreram alterações.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreram alterações.</p>

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110V
b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I
Velocidade 25mm/s
Ganho 20mm/mv

RESUMO DOS TESTES

O equipamento testado mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos, ocorreram alterações no seu funcionamento enquadradas na categoria de risco 2: ocorreram alterações nas leituras, bem como a atuação de alarmes; em determinados momentos foi perdida completamente a forma de onda do ECG.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Alteração na forma de onda do ECG. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,4	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,5	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Alteração na forma de onda do ECG. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

0,4	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,5	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,6	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Alteração na forma de onda do ECG. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,2	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,4	Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
0,5	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical – Alteração na forma de onda do ECG.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>
0,2	<p>Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,3	<p>Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,4	<p>Polarização vertical – Alteração na forma de onda com a movimentação do celular da polarização vertical para a horizontal.</p> <p>Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.</p>
0,5	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110V
b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? (x) sim; quantos? 3 () não
e) Equipamento possui sensores? () sim; quais? _____ (x) não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
() sim; qual? _____ (x) não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I.

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma alteração, Equipamento classificado como de categoria de risco 0.

ANEXO IV

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: B1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 110V
b) Equipamento opera com bateria: sim não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? sim; quantos? 3 não
e) Equipamento possui sensores? sim; quais? _____ não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
 sim; qual? _____ não

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Equipamento operando na derivação I.

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma alteração, Equipamento classificado como de categoria de risco 0.

ANEXO V

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: D1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de pressão () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(.) sim qual? (x .) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos. As alterações apresentadas podem ser classificadas como de categoria 2 pois houve prejuízo no desempenho da função do equipamento, pois ocorreu desde a parada no processo de medição, até a apresentação de valores errados de leitura.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical – Esvazia o manguito do equipamento, apresentando erro na leitura e disparando o alarme.</p> <p>Polarização horizontal – Insufla o manguito sem parar.</p>
0,2	<p>Polarização vertical – Esvazia o manguito do equipamento, apresentando erro na leitura e disparando o alarme.</p> <p>Polarização horizontal – Insufla o manguito sem parar.</p>
0,3	<p>Polarização vertical – Ocorreram leves paradas no processo de medição, indicando ao final da medida um valor irreal de pressão, sem indicar erro de leitura.</p> <p>Polarização horizontal – Altera o tempo de leitura da pressão.</p>
0,4	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical – Não ocorreu alteração.</p> <p>Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.</p>

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	<p>Polarização vertical – Ocorreram leves paradas no processo de medição, indicando ao final da medida um valor irreal de pressão, sem indicar erro de leitura.</p> <p>Polarização horizontal – Altera o tempo de leitura da pressão.</p>

0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.
-----	--

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

ANEXO V

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: D1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de pressão () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(.) sim qual? (x .) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos. As alterações apresentadas podem ser classificadas como de categoria 2 pois houve prejuízo no desempenho da função do equipamento, pois ocorreu desde a parada no processo de medição, até a apresentação de valores errados de leitura.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Esvazia o manguito do equipamento, apresentando erro na leitura e disparando o alarme. Polarização horizontal – Insufla o manguito sem parar.
0,2	Polarização vertical – Ocorreram leves paradas no processo de medição, indicando ao final da medida um valor irreal de pressão, sem indicar erro de leitura. Polarização horizontal – Altera o tempo de leitura da pressão.
0,3	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

a) Tensão de alimentação: 220V

b) Equipamento opera com bateria: () sim (.x) não

c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]

d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não

e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não

f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética

(.x) sim qual? Equipamento não deve ser utilizado próximo a equipamentos que emitam campos elétricos significativos. (.) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular

Modelo: Star Tac

Fabricante: Motorola

Potência de teste: Potência Máxima

Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se susceptível aos campos elétricos expostos. Com o posicionado na polarização horizontal na região posterior do EEM ocorre o desligamento do EEMo. Com o telefone celular posicionado na polarização vertical a emissão de luz do transmissor que a principio era pulsátil torna-se contínua. Na polarização horizontal é cessada a emissão de luz.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Bloqueia a emissão de luz Polarização horizontal – Torna a emissão de luz contínua
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Bloqueia a emissão de luz Polarização horizontal – Torna a emissão de luz contínua
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Imediatamente após exposição ao celular o equipamento é desligado.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Após alguns segundos de exposição o equipamento é desligado.
0,3	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Bloqueia a emissão de luz do LED transmissor. Polarização horizontal – Torna a emissão de luz contínua.
0,2	Polarização vertical – Bloqueia a emissão de luz do LED transmissor. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C3

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

a) Tensão de alimentação: 220V

b) Equipamento opera com bateria: () sim (x) não

c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]

d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não

e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não

f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética

(x) sim; qual? Não deve ser utilizado próximo a fontes que emitam campos elétricos.

(.) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular

Modelo: Lite II

Fabricante: Motorola

Potência de teste: Potência Máxima

Freqüência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

O equipamento testado mostrou-se susceptível aos campos elétricos gerados pelo telefone celular, principalmente em suas proximidades. Na polarização horizontal com o celular posicionado na parte posterior do equipamento ocorre o desligamento do equipamento.

O celular próximo ao sensor, na polarização vertical, faz com que o mesmo emita a luz que a princípio é pulsada constantemente, em contrapartida na polarização horizontal faz com que o sensor pare de emitir luz. O equipamento foi classificado na categoria de risco 2.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal –Desliga o equipamento imediatamente após exposição ao celular.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Bloqueia a emissão do LED transmissor. Polarização horizontal – Faz com que a emissão de luz do LED transmissor torne-se contínua ao invés de pulsátil.
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(.) sim qual? (x) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se pouco susceptível aos campos elétricos expostos. As alterações observadas foram classificadas como de categoria 1.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Alteração na frequência do BIP que indica a frequência cardíaca, porém o valor lido aparentemente não foi alterado. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração
0,2	Polarização vertical – Alteração na frequência do BIP que indica a frequência cardíaca, porém o valor lido aparentemente não foi alterado. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração.
0,3	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

a) Tensão de alimentação: 220V

b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não

c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]

d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não

e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não

f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética

(.) sim qual? (x) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular

Modelo: Lite II

Fabricante: Motorola

Potência de teste: Potência Máxima

Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

O equipamento mostrou-se pouco susceptível aos campos elétricos expostos. As alterações observadas foram classificadas como de categoria 1.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO I
(INCIDÊNCIA FRONTAL)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Alteração na frequência do BIP que indica a frequência cardíaca, porém o valor lido aparentemente não foi alterado. Polarização horizontal – Não ocorreu alteração
0,2	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO II
(INCIDÊNCIA LATERAL DIREITA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO III
(INCIDÊNCIA POSTERIOR)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

**RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS NA POSIÇÃO IV
(INCIDÊNCIA LATERAL ESQUERDA)**

Distância [m]	Resultados
0,1	Polarização vertical – Não ocorreu alteração. Polarização horizontal - Não ocorreu alteração.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(..) sim qual? (. x) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma alteração, equipamento classificado como de categoria 0.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 1,5 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(..) sim qual? (. x) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma alteração, equipamento classificado como de categoria 0.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(..) sim qual? (. x) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Star Tac
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma alteração, equipamento classificado como de categoria 0.

ANEXO VI

FORMULÁRIO PARA TESTE COM OS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Equipamento: C1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EQUIPAMENTO

- a) Tensão de alimentação: 220V
b) Equipamento opera com bateria: (x) sim (.) não
c) Comprimento do cabo flexível de alimentação: 2 [m]
d) Equipamento possui eletrodos? () sim; quantos? (x) não
e) Equipamento possui sensores? (x) sim; quais? Sensor de O₂ () não
f) Equipamento possui alguma advertência quanto a interferência eletromagnética
(..) sim qual? (. x) não.

DESCRIÇÃO DA FONTE UTILIZADA

Fonte: Telefone celular
Modelo: Lite II
Fabricante: Motorola
Potência de teste: Potência Máxima
Frequência: 835MHz

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO DOS TESTES

Não ocorreu nenhuma alteração, equipamento classificado como de categoria 0.