



## MARCAPASSO CARDÍACO E CARDIOVERSOR-DEFIBRILADOR IMPLANTÁVEL - ORIENTAÇÕES SOBRE INTERFERÊNCIAS EXTERNAS

**Carlos Sodré Soares Santos**  
**Ronald PintoZart**  
**Fernando Tormen**  
**Thais Branchi**

Rua Sinimbu, 2211, sala 410, Caxias do Sul-RS, CEP 95020-520

### INTRODUÇÃO

O tema é de extrema importância, já que a cada dia surgem novas fontes de interferência. O marcapasso é composto por um gerador de pulso, dispositivo constituído de um microcircuito eletrônico alimentado por uma bateria integrada ao sistema. A detecção da atividade elétrica intrínseca do coração é uma função essencial para os marcapassos e desfibriladores implantáveis. Estes aparelhos são dotados de potentes circuitos amplificadores sintonizados nas frequências dos sinais biológicos; no entanto, estes circuitos podem amplificar sinais advindos de fontes de interferência situadas no próprio corpo (contração muscular, por exemplo) ou fontes externas, como os equipamentos de uso comum no dia-a-dia, capazes de gerar sinais elétricos ou vibrações mecânicas<sup>1</sup>.

Os marcapassos modernos são protegidos por uma cápsula metálica (titânio biocompatível) e possuem filtros para rejeição de interferências, tornando-os relativamente imunes às fontes eletromagnéticas domiciliares e do ambiente de trabalho. O grau de interferência é determinado pelo tempo de exposição, intensidade e proximidade com o agente causador.

Os efeitos das interferências eletromagnéticas sobre os marcapassos e desfibriladores dependem de alguns fatores abaixo listados:

- 1- Configuração da programação
- 2- Tipos de eletrodos (unipolar/bipolar)
- 3- Campo magnético
- 4- Espectro de frequência do sinal
- 5- Distância do marcapasso da fonte de interferência
- 6- Características do paciente

As alterações possíveis no comportamento do marcapasso são:

- 1- Inibição da estimulação
- 2- Deflagração
- 3- Reversão
- 4- Detecção
- 5- "Reset"
- 6- Dano ao gerador ou eletrodo

#### 1-Inibição:

A interferência pode ser sentida pelo marcapasso e confundida com evento contrátil miocárdico, causando inibição da estimulação artificial. Dependendo do tempo em que permanece a interferência, podem ocorrer sintomas no paciente, podendo evoluir para síncope. Felizmente os marcapassos possuem algoritmos de proteção

incorporados.<sup>1</sup>

#### 2- Deflagração:

Nos marcapassos bicamerais (com estimulação atrial e ventricular) a detecção de interferências eletromagnéticas pelo canal atrial pode ocorrer, pois a sensibilidade atrial é maior. Esse aumento de frequência pode causar sintomas como palpitação, hipotensão e dor torácica.

#### 3- Reversão:

Na presença de interferências eletromagnéticas com frequências elevadas (acima de 600 ppm), os marcapassos possuem um modo de proteção que se chama reversão assíncrona, onde ocorre prevenção de uma inibição prolongada<sup>2</sup>.

#### 4- Detecção:

Ocorre quando a interferência eletromagnética pode ser interpretada como arritmia, provocando inibição da estimulação ou detecção atrial e deflagração no ventrículo. Nos pacientes portadores de desfibriladores pode originar uma terapia de choque inapropriada<sup>3</sup>.

#### 5- "Reset":

Interferências de grande magnitude podem causar interrupção na leitura da memória e programação, fazendo com que o gerador reverta para modos básicos de programação (VVI/VOO), que recebe o nome técnico de "power-on reset". Nestes casos, é necessária nova programação para estabelecer a função normal do aparelho.

#### 6- Dano ao gerador ou eletrodo:

Pode ser definitivo, com necessidade de troca da unidade eletrodo ou gerador, ou transitório, que só poderá ser diagnosticado por meio de análise de telemetria<sup>4</sup>.

### INTERFERÊNCIAS DOMÉSTICAS

A interferência dos equipamentos presentes no ambiente doméstico é muito pequena. A maioria é de natureza eletromagnética e, na maior parte das vezes, incapaz de causar alterações clínicas. Deve-se ter cuidado de utilizar o aterramento adequado, conforme especificação dos fabricantes, assim como correta manutenção e uso dos eletrodomésticos. A tabela 1 demonstra recomendações e interferências dos principais aparelhos utilizados.

#### a) Telefone celular:

Atualmente, existem dois padrões de tecnologia celular, são eles: analógico e digital. Os sistemas que realizam esses dois padrões são constituídos de três elementos básicos: estação móvel (aparelho celular), estação de rádio (antenas) e central de comutação e controle. No Brasil, predominam os sistemas digitais TDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo) e CDMA (Acesso

**Tabela 1. Energia doméstica: recomendações e segurança** <sup>3,16</sup>

| Tipo de Energia                      | Recomendações   | Interferências   |
|--------------------------------------|---|--|
| Formo de microondas                  | Afastar-se 2 metros   | Fuga de energia  |
| Colchão magnético                    | Contra-indicado, somente pode ser utilizado se a função magnética estiver desligada | Reversão a modo assíncrono                               |
| Aparelhos de som/alto falantes       | Evitar contato direto com os ímãs/ manter distância de 30cm                         | Reversão a modo assíncrono                               |
| Choque elétrico                      | Revisar programa após choque inadvertido  | Inibição/deflagração/assíncrono                          |
| Barbeadores/vibradores               | Evitar proximidade  | Pode provocar aceleração inapropriada                    |
| Hidromassagem                        | Turbulência acústica  | Sem repercussão  |
| Sauna                                | Vasodilatação e baixo débito  | Sem contra-indicação                                     |
| Esteiras                             | Limitar de acordo com as condições clínicas do paciente                             | Se necessário, reprogramar limite de frequência cardíaca |
| Triboelétricos/eletrostática         | Cargas acumuladas sobre televisão/ computador                                       | Raramente causa inibição                                 |
| Controle remoto por rádio            | Controles de brinquedos. Manter distância de 30cm                                   | Inibição/deflagração/assíncrono                          |
| Medidor de gordura por bioimpedância | Não deve ser utilizado  | Dano ao gerador  |
| Solda elétrica                       | Manter distância superior 61cm dos cabos e fonte                                    | Dano ao gerador  |

Múltiplo por Divisão de Código).

Embora existam poucos relatos de efeitos adversos com telefonia celular analógica e experimentos que sugerem que estes aparelhos são seguros para portadores de marcapasso, há crescente preocupação e evidências de estudos *in vitro* de que a tecnologia digital tem potencial maior de interferência no funcionamento do marcapasso do que a tecnologia analógica<sup>5</sup>. Carrilo e cols, em estudo preliminar em 59 pacientes (não dependentes), observaram que em 21 (35,6%) ocorreram interferências apenas quando o celular estava sobre o marcapasso, e não quando da utilização no ouvido. De 170 testes realizados, em 39 (22,9%) ocorreram interferências, sendo que 8 se mostraram clinicamente significativos. Os autores concluíram que a disfunção do marcapasso pode ocorrer se o celular digital estiver a uma distância média de  $1,4 \pm 0,6$ cm.<sup>6</sup>

Baseado nestes achados, recomenda-se evitar transportar o celular no bolso da camisa, próximo ao marcapasso, e estender a antena, quando possível, permitindo que o celular opere com maior potência. Apesar de os celulares digitais trabalharem com frequências semelhantes às dos analógicos, a presença dos pulsos (11Hz a 200Hz) pode ser detectada pelos circuitos de sensibilidade dos marcapassos quando o campo for suficientemente forte. Todas as análises demonstram que o marcapasso volta a operar de maneira normal quando o celular é desligado ou afastado. Inúmeros pacientes foram submetidos a estes testes, com as várias tecnologias de celulares, não ocorrendo significativa interferência eletromagnética quando o telefone foi usado de modo correto<sup>7,8</sup>.

As recomendações do Food and Drug Administration (FDA –USA)<sup>9</sup> são:

1- Os pacientes devem evitar transportar o celular próximo ao local do gerador (pelo menos 15cm afastado do local do implante)

2- Os pacientes devem utilizar o celular no ouvido do lado oposto ao implante

OBS: Quando extremamente necessário, estender a antena do celular, direcionando-a para longe da loja do marcapasso (orientação no Brasil)<sup>3</sup>.

### INTERFERÊNCIAS NO AMBIENTE PROFISSIONAL

As interferências decorrem dos sinais eletromagnéticos dos equipamentos encontrados em várias áreas de atuação profissionais, conforme demonstrado na tabela 2.

### INTERFERÊNCIAS NO AMBIENTE HOSPITALAR

Podem ocorrer por aparelhos diagnósticos, de tratamento ou outros usos, conforme listados na tabela 3 e 4.

a) Ressonância Nuclear Magnética: A ressonância magnética gera um campo magnético estático e pulsado, atuando na chave magnética dos marcapassos e desfibriladores, podendo causar dor local e desconforto por movimentação da prótese dentro do tecido onde está implantada. Os campos magnéticos gerados podem deflagrar ou inibir o marcapasso/desfibrilador. Portanto, avaliações mais completas com relação ao aquecimento, arritmogênese e a capacidade eletromagnética durante e após a RNM devem estar disponíveis antes de se endossar o seu uso em portadores de marcapassos e desfibriladores.

A ressonância magnética tem se tornado o exame ideal em várias áreas da medicina, tendo extrema importância no diagnóstico de patologias do sistema nervoso central, musculatura esquelética, oncologia e aparelho cardiovascular. Na literatura, já foram relatadas algumas mortes relacionadas ao uso da ressonância em pacientes portadores de marcapasso, porém nenhuma ocorreu quando os exames foram realizados sob supervisão médica<sup>10</sup>. Sendo assim, alguns autores demonstraram ser seguro realizar a ressonância, mas com séries pequenas de casos<sup>11</sup>. Apesar destes relatos bem sucedidos, o FDA contra-indica a RNM nos pacientes portadores de marcapasso e desfibriladores<sup>12</sup>. Nos casos em que o exame é necessário ao extremo, Martin e cols

**Tabela 2. Áreas de atividade profissional, interferências e recomendações<sup>1</sup>**

| Atividade profissional   | Interferências/Recomendações  |
|--|---|
| Geração de energia elétrica  | Contra-indicado em portadores de marcapasso e desfibriladores   |
| Subestação de energia/alta tensão  | Permitido até estações com 400KV desde que protegidos   |
| Linhas de transmissão  | Contra-indicado a portadores de marcapasso e desfibriladores  |
| Solda elétrica   | Até 225A parece não interferir/maior de 300A demonstra interferência  |
| Motores elétricos de grande porte  | Manter distância mínima de 2 metros   |
| Indústria eletroeletrônica (televisores, monitores, solda por radiofrequência) | Podem provocar alterações temporárias   |
| Empresas de telecomunicações (rádio AM/FM e televisão)                         | Depende da distância e frequência transmitidas, inibição esporádica sem repercussão clínica   |
| Empresas de transporte (automóveis, ônibus, caminhões, aviões)                 | Restrição a pilotos de aeronaves nas cabines de comando   |
| Indústria transformadora de madeira e de plástico                              | Secadores de madeira por radiofrequência, furadeiras e lixadeiras podem causar interferências, profissionais destas áreas devem evitar contato. |
| Profissionais de hospitais   | Ver interferências hospitalares (tabela 3)  |
| Eletricista  | Permitidos em redes de baixa voltagem, desde que protegidos   |
| Mecânicos de automóveis  | Manter-se afastado a uma distância de 1 metro da ignição eletrônica   |
| Funilaria/serralheria  | Furadeiras e lixadeiras apresentam baixo grau de inibição, deflagração ou reversão  |
| Digitador e técnico de informática   | Fenômenos triboelétricos sem repercussão quando os monitores estiverem adequadamente aterrados  |
| Odontologia  | Interferência por aparelhos de diatermia dental, afastar-se 35cm dos aparelhos.   |

KV: kilowatts, A: ampere, cm: centímetros

**Tabela 3. Aparelhos utilizados em ambiente hospitalar, interferências e recomendações<sup>1,3</sup>**

| Aparelhos  | Interferências/Recomendações  |
|--|---|
| Eletrocautério   | Corrente constante durante o corte e alternada durante a coagulação (ver alterações e cuidados específicos - tabela 4)  |
| Oxímetro, ventilador, capnógrafo, bomba de infusão, balão intra-aórtico, polígrafo, monitores de pressão e pulso                   | Sem interferência significativa   |
| Ressonância magnética  | Contra-indicado (ver especificação neste artigo)  |
| Ablação por catéter  | A radiofrequência deve ser aplicada a mais de 2 cm dos eletrodos, raros casos de dano permanente ao gerador<br>Reprogramar o gerador antes do procedimento        |
| Cardioversão/desfibrilador   | Podem causar danos permanentes (ver cuidados neste capítulo)  |
| Litotripsia  | Pode inibir ou danificar o gerador quando este estiver perto do abdômen, na região peitoral a possibilidade de dano é mínima<br>Recomendado reprogramar o gerador |
| Equipamento odontológico   | Radiografia/brocas pouca interferência - sem repercussão clínica<br>Eletrocautério deve ser utilizado com cautela.  |
| Ecocardiograma, ergometria, holter, raios-X, cateterismo cardíaco, medicina nuclear, mamografia, tomografia, eletroencefalografia. | Não estão relatadas interferências, na literatura   |
| Radioterapia   | Disfunção se dose cumulativa for maior que 500 rads<br>A área da loja do gerador deve ser protegida   |
| Neuroestimulação, eletromiografia  | Aplicação deve ser evitada  |
| Acupuntura   | Sem interferências desde que não seja utilizado eletroacupuntura  |

sugerem alguns cuidados: 1) obter consentimento do paciente e família, os quais necessitam saber dos riscos potenciais do exame; 2) equipamento de emergência e pessoal treinado em ressuscitação cardiopulmonar; 3) programação do marcapasso

antes e imediatamente após o exame; 4) contato com o paciente durante o procedimento e monitorização cardíaca durante todo o procedimento; 5) presença de eletrofisiologista ou cardiologista apto em programação de geradores<sup>13</sup>.

**Tabela 4. Orientações e recomendações para utilização de eletrocautério<sup>16</sup>**

| Cuidados   | Recomendações   |
|--|---|
| Monitorização                                    | Eletrocardiograma contínuo e oximetria  |
| Desfibriladores e programação                    | Desligar modos de antitaquicardia   |
| Eletrocautério                                   | Preferência por bipolares   |
| Eletrocautério unipolar                          | Placa longe do gerador/usar menor potência  |
| Aterramento                                      | Verificar com manutenção do hospital  |
| Tempo de utilização                              | Optar por intervalos curtos de electrocoagulação  |
| Bradicardia ou taquicardia                       | Colocar imã sobre gerador/nem todos os modelos respondem e depende da programação do gerador/modelo e ano |
| Evitar   | Drogas arritmogênicas   |
| Profilaxia antibiótica                           | Conforme indicação e paciente   |
| Orientações para placa eletrocautério            |   |
| Colocar placa do eletrocautério longe do gerador | Colocar placa do eletrocautério próximo ao campo cirúrgico  |
| Cirurgia urológica/ginecológica/abdominal        | Região sacral   |
| Cirurgia de cabeça                               | Região do pescoço   |

**Tabela 5. Manejo de pacientes com dispositivos implantáveis (marcapasso e desfibriladores) - Pré-operatório<sup>11</sup>**

Considerar outras técnicas de hemostasia que não eletrocautério  
 Identificar qual o dispositivo e determinar o modo "reset" (retorna a programação inicial)  
 Verificar programação por telemetria, limiar, estado da bateria.  
 Desenvolver um plano no caso de arritmia ou disfunção do dispositivo

**Tabela 6. Manejo de pacientes com dispositivos implantáveis (marcapasso e desfibriladores) - Trans-operatório<sup>11</sup>**

Desabilitar modo de taquiarritmia  
 Desativar resposta de frequência  
 Nos pacientes marcapasso dependentes reprogramar para modo assíncrono/lembrar que o modo assíncrono não está disponível em alguns desfibriladores  
 Se disponível programar reversão de ruído no modo assíncrono  
 Diminuir a sensibilidade ao máximo  
 Deixar disponível marcapasso temporário trans-torácico  
 Considerar quando necessário marcapasso temporário pré-operatório  
 Monitorização de pulso periférica e oximetria/ECG pode ficar alterado por interferências  
 Colocar placa de eletrocautério longe do gerador  
 Utilizar eletrocautério bipolar quando possível  
 Limitar a corrente do eletrocautério a menor energia possível  
 Não utilizar as o cautério próximo a gerador  
 Reprogramar o gerador se o modo "reset" for hemodinamicamente desfavorável  
 Utilizar o imã com cuidado, pois alguns geradores antigos alteram a programação

ECG=eletrocardiograma

## INTERFERÊNCIAS COM EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

Existem basicamente dois tipos: equipamentos antifurto (lojas) e detectores de metais (bancos e aeroportos). Os primeiros emitem e recebem ondas de um campo eletromagnético da tarja conectada a um objeto. Este campo eletromagnético pode causar interferência nos pacientes portadores de marcapassos. Os aparelhos antifurto diferem muito na frequência e potência do campo emitido. As interações mais comuns são: deflagração assíncrona ou inibição. Os pacientes portadores de marcapasso e desfibriladores devem ser orientados a evitar permanecer próximos aos equipamentos antifurto, passando rapidamente

através deles e a evitar contato direto com o dispositivo<sup>14</sup>.

Em relação aos detectores de metais, deve-se recomendar que aqueles pacientes portadores de marcapassos/desfibriladores antigos (unipolares) informem a autoridade do local da impossibilidade de passarem por tais aparelhos. Pacientes portadores de marcapassos modernos (bipolares) e desfibriladores podem passar com segurança por tais mecanismos, desde que com rapidez e colocando os objetos metálicos adicionais no porta-objetos. Dificilmente será detectado o gerador de marcapasso de massa metálica reduzida. Os detectores manuais de metais podem ser utilizados, desde que não haja contato direto com o gerador<sup>15,16</sup>.

**Tabela 7. Manejo de pacientes com dispositivos implantáveis (marcapasso e desfibriladores)- Pós-operatório<sup>11</sup>**

Reativar a programação antitaquicardia nos CDI assim que possível  
Checar a programação assim que possível (telemetria, limiar, bateria).  
Reprogramar se necessário  
Trocar o gerador se necessário  
Trocar o(s) eletrodos se necessário

CDI = cardiodesfibrilador implantável

### **ORIENTAÇÕES GERAIS PARA PACIENTES QUE SERÃO SUBMETIDOS À CIRURGIA**

As orientações listadas nas tabela 5, 6 e 7 sugerem o manejo nos pacientes portadores de marcapasso e desfibriladores (CDI) em geral.

As considerações deste artigo são gerais e contêm referências atuais que devem ser levadas em consideração de acordo com o paciente, tipo de dispositivo e situação clínico-cirúrgica.

### **Referências Bibliográficas**

1 - Paola, A.A.V., Halperin C., Pimenta, J. et al. Orientações a respeito das interferências sobre os marcapassos cardíacos. Melo, Celso Salgado de. Temas de Marcapasso. 2 ed. São Paulo: Lemos Editorial, 2004; pp. 207-222.

2 - Strathmore, N.F. Interference in cardiac pacemakers. In: Ellenbogen KA, Ka GN, Wilkoff BL, eda. Clinical Care Pacing. Philadelphia: W.B. Saunders, 1995;pp. 770.

3 - Mateos, E.I.P., Mateos, J.C.P., Mateos, M.G.P. Cuidados com os marcapassos e desfibriladores nas interferências, cirurgia geral, cardioversão elétrica e dentista. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2004;2:260-74.

4 - Ellenbogen, K.A., Pinski, S.L., Troman, R.G. Interference with cardiac pacing. Cardiol Clin 2000;18(1):219-39.

5 - Hayes, D.L. et al. Does cellular phone technology cause pacemaker or defibrillator interference? PACE 1995;18:842.

6 - Carrilo, R., Saunkeah, B., Pickls, M. et al. Preliminary observations on cellular telephones and pacemakers. PACE 1995;18:863.

7 - Barbaro, V., Bartolini, P., Donato, A. et al. GSM cellular phones interference with implantable pacemakers: in vitro observations. Proceedings of the V International Symposium on Biomedical Engineering 1994;275-276.

8 - Schlegel, R.E., Raman, S., Grant, F.H. et al. In vitro study of the interaction of cellular phones with cardiac pacemakers. Disponível em: <http://www.funsan.biomed.mcgill.ca/~funnel/>

[embc95\\_cd/texts/995.htm](http://embc95_cd/texts/995.htm)

9 - Center for Devices and Radiological Health: Medical Device Reporting. Disponível em: <http://www.fda.gov/cdrh/mdr.html>

10 - Gimbel R.J., Kanal E.. Can patients with implantable pacemakers safely undergo resonance imaging? J. AM. Coll. Cardiol. 2004;43; 1325-1327.

11 - Anfinson O.G., Bertsen R.F., Aass H, et al. Implantable Cardioverter Defibrillator Dysfunction During and After Magnetic Resonance Imaging. PACE 2002; 9:1400-1402.

12 - CDRH Magnetic Resonance Working Group. A primer on medical device interactions with magnetic resonance imaging systems. Disponível em <http://www.fda.gov/cdrh/ode/primerf6.html>

13 - Martin E.T., Coman J.A., Shellock F.G., Pulling C.C., Magnetic resonance imaging and cardiac pacemaker safety at 1.5-Tesla. J.Am. Coll. Cardiol. 2004;43;1315-1324.

14 - Santucci P.A., Haw J., Trohman R.G., et al. Interference with an implantable defibrillator by an electronic antitheft-surveillance device. N Engl J Méd 1998;339:1371-1374.

15 - Kolb C., Schmieder S., et al. Do airport metal detectors interfere with implantable pacemakers or cardioverter-defibrillators? J. AM. Coll. Cardiol. 2003; v.41, n.11, p.2054-9.

16 - Irnich W., Electronic Security Systems and Active Implantable Medical Devices. Journal of Pacing and Clinical Electrophysiology 2002, volume 25, No.8, 1235, 1258.