



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 5, volume 5, artigo nº 08, Julho/Dezembro 2019  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a8>  
Edição Especial

## **A FUNCIONALIDADE DO MARCAPASSO E SEU MECANISMO BIOFÍSICO**

## **THE FUNCTIONALITY OF THE PACEMAKER AND ITS BIOFÍSIC MECHANISM**

**Sayonara Nogueira de  
Souza<sup>1</sup>**

Graduanda em medicina.

**Eduarda Silva Feliciano<sup>2</sup>**  
Graduanda em medicina

**Ludmila Rangel Carvalho<sup>3</sup>**  
Bacharel em Ciências Biológicas pela UENF  
Mestre em Biociências e Biotecnologia pela UENF  
Doutora em Biotecnologia, pela UFES  
Docente da UniREDENTOR

### **Resumo**

Marcapasso (MP) é um sistema que consiste em um gerador de impulso e eletrodo ou eletrodos que conduzem o impulso elétrico para o coração do paciente. O presente artigo possui o fito de revisar as literaturas que contém a funcionalidade do marcapasso, suas classificações e quando é recomendado. A metodologia utilizada implica na revisões bibliográficas acerca da eletrofisiologia do marcapasso. Os resultados apresentados com essa revisão configura o marcapasso como um instrumento de extrema utilidade para os indivíduos que possuem algum problema atrelado à excitação cardíaca.

<sup>1</sup> Centro Universitário Redentor, Itaperuna-RJ, sayonaranogueira23@hotmail.com

<sup>2</sup> Centro Universitário Redentor, Itaperuna-RJ, eduardasfeliciano@outlook.com

<sup>3</sup> Centro Universitário Redentor, Itaperuna-RJ, ludmillarangel@hotmail.com

**Palavras-chave:** Marcapasso; coração; nódulo sinusal.

## **Abstract**

Pacemaker (MP) is a system that consists of a pulse generator and electrode or electrodes that conduct the electrical pulse to the patient's heart. This article aims to review the literature that contains the functionality of the pacemaker, its classifications and when it is recommended. The methodology used implies bibliographical reviews about pacemaker electrophysiology. The results presented with this review configure the pacemaker as an instrument of extreme utility for individuals who have a problem related to cardiac excitation.

**Keywords:** Pacemaker; heart; sinus node.

## **METODOLOGIA:**

O modo pelo qual esse artigo foi realizado foi a revisão de bibliografias a respeito da biofísica do marcapasso, como sendo uma substituição do nódulo sinusal do coração. Caracterizando-se como uma pesquisa secundária, o presente trabalho utilizou, também, de análise de dados já postulados em artigos e de imagens, a fim de ampliar o espaço amostral dos argumentos selecionados para justificar a importância do marcapasso, sua funcionalidade, biofísica e indicações.

## **INTRODUÇÃO**

Os Marcapassos Cardíacos Artificiais (MP), de acordo com Costa R (2002), são dispositivos eletrônicos de estimulação multiprogramável capazes de substituir impulsos elétricos e/ou ritmos ectópicos, para se obter atividade elétrica cardíaca a mais fisiológica possível. Foram introduzidos na prática médica entre 1958 e 1960, o que marcou o início de nova fase no tratamento dos distúrbios do sistema de condução. Inicialmente, eram indicados no tratamento do bloqueio atrioventricular total (BAVT). Atualmente, contudo, a amplitude de suas indicações alargou-se consideravelmente. Isso se deveu, sobretudo, ao desenvolvimento da tecnologia de sua fabricação, a rápida evolução dos conhecimentos em eletrofisiologia e métodos diagnósticos em cardiologia, associados a novas técnicas, simples e seguras, de implante de MP. Os últimos dados apontam a utilização de 50 a 80 unidades por milhão de habitantes em países subdesenvolvidos, contra 400 a 500 por milhão em países desenvolvidos. No Brasil, no ano de 2000, implantaram-se 13466 unidades, o que passou a conferir a média de 82 aparelhos por milhão de habitantes, dados estatísticos provavelmente subestimados.

Como qualquer outra tecnologia, os marcapassos foram evoluindo gradativamente, de acordo com a evolução da ciência e, nesse caso, de acordo com os avanços da área médica. Com isso, as configurações que dispunham de tamanho maior, maior complexidade e uma série de requisitos; passaram a ganhar um novo exemplar, sendo de tamanho menor, menos complexo e atendendo a pacientes com bradicardia e/ou defeitos na excitação e circulação cardíaca. Para isso, os autores Salgado (2011) e Clínica Ritmo desenvolveram imagens que ilustram esse avanço, respectivamente.



**Figura1:** Em 1932, nos Estados Unidos, Albert Hyman, utilizou um gerador de pulsos movido a manivela e um cabo-eletrodo bipolar introduzido diretamente no tórax para promover estimulação cardíaca. Estabeleceu o conceito "PACE". Disponível em: <https://abecdeca.org.br/museu/> . Acessado em 28 mai 2019.

**Figura 2:** Marcapasso Bicameral fabricado pela Medtronic, no início da década de 1980. Um dos primeiros geradores dupla-câmera fabricado no mundo. Disponível em: <http://www.clinicaritmo.com.br/tratamentos/implante-de-marcapasso/>. Acessado em 28 mai 2019.



O principal objetivo desse artigo consiste em apresentar a biofísica do marcapasso, contextualizando com a sua funcionalidade e suas indicações. Dessa forma, o presente trabalho contempla, por consequência do objetivo primordial, outros patamares, tais como evolução e classificações do marcapasso.

## REFERENCIAL TEÓRICO:

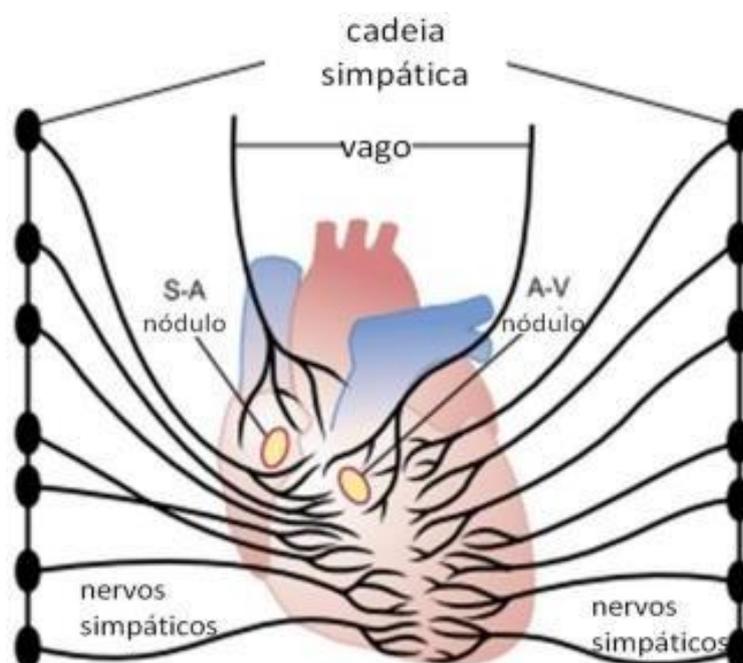
## BIOFÍSICA DA EXCITAÇÃO CARDÍACA:

Em primeira análise é imperioso destacar qual é o mecanismo de estímulo do coração, para, dessa maneira, entender qual é o mecanismo biofísico que atende ao

marcapasso, posto que a sua principal função é substituir os defeitos do primeiro mecanismo supracitado.

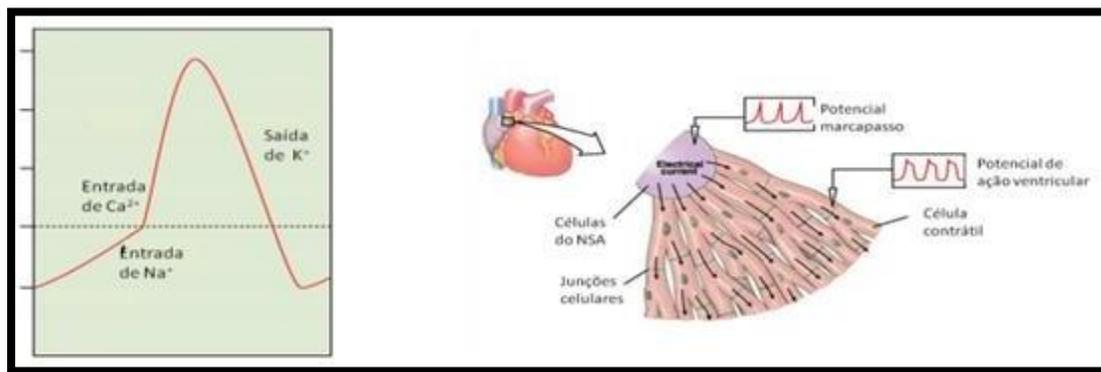
No que tange ao coração, de acordo com Nery (2018, p. 01),

Sua eficiência, como bomba muscular, depende do padrão sequencial de excitação e contração coordenadas dos átrios e dos ventrículos (nos vertebrados o número de câmaras é variável). Esse processo se dá devido às propriedades funcionais das células cardíacas: automatismo, excitação, condutibilidade e contratilidade. O coração dos vertebrados está sob controle de regulação nervosa, apresentando inervações do sistema neurovegetativo, simpáticas e parassimpáticas (Figura 3), com ação modulatória, uma vez que a atividade elétrica é inerente ao coração (automatismo).



**Figura 3:** Regulação nervosa do coração com terminações simpáticas (cardioaceleradoras) e parassimpáticas (cardioinibidoras). (Adaptado de Guyton e Hall, 2006)

A atividade elétrica intrínseca das células especializadas ou automatismo é denominada de atividade ou potencial marcapasso, sendo que o centro gerador da atividade marcapasso é o nóculo sino atrial (células organizadas na parede posterior do átrio direito em mamíferos ou no seio venoso), entretanto, outras células cardíacas do sistema especializado de condução também possuem automatismo e podem assumir a função de marcapasso cardíaco; por exemplo, nodo atrioventricular e fibras de Purkinje ( SILVERTHORN, 2003)

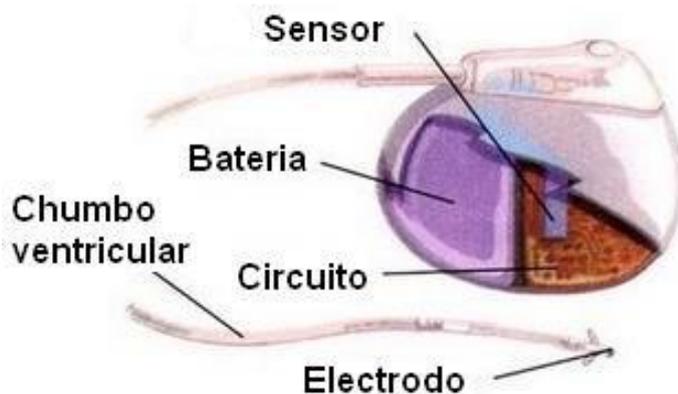


**Figura 4:** Movimento de íons durante

Nessa perspectiva, é nítido o trabalho realizado pelo marcapasso natural (Nódulo Sinusal e Nódulo Átrioventricular) capaz de transmitir, a partir do potencial de ação das células, todo o impulso necessário para excitar todo o coração, permitindo, assim, a contração e a repolarização de todo o órgão.

#### **BIOFÍSICA DO MARCAPASSO:**

Em segunda análise, constituindo o processo de impulso nervoso das células dos nódulos mencionados acima um parâmetro de comparação de funcionalidade, é possível visualizar as razões pelas quais o marcapasso substitui o marcapasso natural dos seres humanos.



**Figura 5:** Figura 3 – (A) Representação gráfica de um potencial marcapasso. ( Adaptado potencial marcapasso no nódulo sinoatrial (NSA e de Silverthorn, 2003) e de potencial de ação no músculo do ventrículo ( Adaptado de Guyton e Hall, 2006)Condução Elétrica de células cardíacas formas de potencial marcapasso no nódulo sinoatria l e no potencial de ação nas células do ventrículo. ( Adaptado de Silverthorn, 2003)

Um marcapasso é composto de gerador de pulso e de eletrodo(s). O gerador de pulso tem a função de emitir o impulso elétrico que estimula o coração quando não existe atividade elétrica intrínseca apropriada. Aparelhos implantáveis possuem uma **carcaça** de titânio (ou outro material biocompatível), uma **bateria** de sal de lítio, com vida operacional superior a seis anos, e um circuito eletrônico gerenciador da função do aparelho. Este circuito permite comunicação com programador externo, capaz de realizar modificações nas características operacionais (como modo de estimulação, características do pulso e registro de eventos). O registro e a gravação da evolução progressiva do ritmo cardíaco dotam o aparelho de utilidade diagnóstica comparável a sua propriedade terapêutica. **Eletrodos** consistem de fios de liga metálica isolados por revestimento de poliuretano ou silicone e tem a função de transmitir o pulso elétrico do marcapasso ao coração e à atividade elétrica deste órgão ao gerador. (SANT'ANNA, 2007)

Dessa forma, o conjunto desses equipamentos mencionados e ilustrados é capaz de exercer a mesma função dos nódulos sinusal e atrioventricular, desencadeando na execução dos batimentos cardíacos dentro dos padrões de normalidade e boas condições para todo o corpo físico.

#### **CLASSIFICAÇÕES DO MARCAPASSO:**

Os MP são classificados, segundo Pacemaker (2003), de acordo com os critérios apresentados no quadro 1, sendo:

- ❖ **Temporários ou definitivos**, segundo a necessidade clínica temporária ou permanente do MP;
- ❖ **Tipo de bateria**, sendo a de lítio a mais utilizada e com duração de cinco a dez anos;
- ❖ **Tipo de cabo:** endocárdico (implante sob anestesia local) ou epicárdico (sob

anestesia geral), segundo o local de implante no coração;

- ❖ **Número de polos existentes:** unipolares ou bipolares, sendo que estes últimos sofrem menos interferências externas

- ❖ **Câmaras estimuladas**, em que a preferência recai sobre o átrio direito e/ou ventrículo direito; contudo, pode-se estimular de uma câmara (monocameral) até quatro (tetracameral). Atualmente os MP definitivos são preferencialmente bicamerais, ficando os temporários mais comumente na modalidade monocameral;
- ❖ **Modo de estimulação**, assincrônicos ou competitivos e sincrônicos ou não-competitivos ou de demanda.

Necessidade clínica	Temporário
	Definitivo
Tipo de bateria	Lítio
	Mercúrio - Zinco
	Outros
Tipo de cabo	Endocárdico
	Epicárdico
Número de pólos	Unipolares
	Bipolares
Câmaras estimuladas	Monocameral
	Bicameral
	Tricameral
	Tetracameral
Modo de estimulação	Assincrônicos ou competitivos
	Sincrônicos ou não competitivos ou de demanda
Frequência de estimulação	Fixos
	Programáveis

**Quadro 1:** Critérios para a classificação do marcapasso. Fonte : "Marcapasso cardíaco artificial: considerações pré e per-operatórias." Revista Brasileira de Anestesiologia 53.6

## INDICAÇÕES PARA A IMPLANTAÇÕES DE MARCAPASSO:

Para melhorar a visualização das indicações para a implantação do marcapasso, a tabela abaixo menciona e justifica tais indicações minuciosamente.

Indicações	Considerações
<b>Bradicardia por causa da disfunção do nó sinusal (DNS) e da disfunção do nó atrioventricular (DNAV).</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- DNS: bradicardia sinusal persistente e insuficiência cronotrópica sem causas identificáveis, bradicardia sintomática.</li><li>- Bloqueio atrioventricular (AV) adquirido em adultos:<ul style="list-style-type: none"><li>- Bloqueio AV de segundo grau avançado e de terceiro grau em qualquer nível anatômico associado a:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Bradicardia com sintomas/arritmias ventriculares presumidamente por causa de bloqueio AV.</li><li>◦ Outras condições médicas que necessitam de terapia com medicamentos que resultam em bradicardia sintomática.</li><li>◦ Pacientes sem sintomas no ritmo sinusal, com períodos documentados de assistolia maior ou igual a 3 segundos, taxa de escape &lt; 40 bpm ou ritmo de escape abaixo do nó AV.</li><li>◦ Pacientes acordados sem sintomas, com fibrilação atrial (FA) e bradicardia com pausas ≥ uma de pelo menos ≥ 5 segundos.</li><li>◦ Após a ablação por cateter da junção AV associada a bloqueio AV, cuja resolução não é esperada após cirurgia cardíaca.<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Associado a doenças neuromusculares com bloqueio AV.</li></ul></li></ul></li></ul></li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bloqueio AV de segundo grau com bradicardia sintomática associada, independentemente do</li></ul>

	<p>tipo ou do local do bloqueio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloqueio AV de terceiro grau assintomático e persistente em qualquer local anatômico com frequências ventriculares médias acordado de 40 bpm ou mais rápido, se houver cardiomegalia ou disfunção ventricular esquerda ou se o local de bloqueio está abaixo do nó AV.</li> <li>- Bloqueio AV de segundo ou terceiro grau durante o exercício, na ausência de isquemia miocárdica.</li> </ul>
<p><b>Estimulação para bloqueio atrioventricular associado a infarto agudo do miocárdio.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bloqueio AV de segundo grau persistente após a elevação do segmento ST.</li> <li>- Bloqueio AV transiente infranodal de segundo grau avançado ou terceiro grau e bloqueio de feixe-ramo associado.</li> <li>- Bloqueio AV de segundo ou terceiro grau persistente e sintomático.</li> </ul>
<p><b>Bloqueio bifascicular crônico: bloqueio bifascicular refere-se à evidência no ECG de condução prejudicada abaixo do nó AV nos feixes direito e esquerdo.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bloqueio AV de segundo grau avançado ou bloqueio AV de terceiro grau intermitente.</li> <li>- Bloqueio AV de segundo grau tipo II.</li> <li>- Bloqueio alternado feixe-ramo.</li> </ul>
<p><b>Síndrome do seio carotídeo hipersensível e síncope neurocardiogênica.</b></p>	<p>Síncope recorrente causada pela ocorrência espontânea de estimulação do seio carotídeo e pressão do seio carotídeo que induz assistolia ventricular superior a 3 segundos.</p>
<p><b>Após transplante cardíaco.</b></p>	<p>Bradicardia inapropriada persistente ou sintomática sem resolução esperada.</p>
<p><b>Prevenção e extinção de arritmias por estimulação.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taquicardia supraventricular (TSV) sintomática recorrente, que é reproduzivelmente terminada por estimulação quando a ablação por cateter e/ou medicamentos não consegue controlar</li> </ul>

	a arritmia ou produz efeitos colaterais intoleráveis. - Taquicardia ventricular (TV) sustentada dependente de pausa, com ou sem prolongamento do intervalo QT.
<b>Cardiomiopatia hipertrófica.</b>	-
<b>Crianças, adolescentes e pacientes com doença cardíaca congênita.</b>	<p>Bloqueio AV de segundo/terceiro grau associado a bradicardia sintomática, disfunção ventricular ou baixo débito cardíaco.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNS com correlação de sintomas durante bradicardia inapropriada para a idade. (A definição de bradicardia varia com a idade e a frequência cardíaca esperada do paciente.) Marcapassos e CDIs --- considerações gerais e anestésicas 207</li> <li>- Bloqueio AV pós-operatório de segundo grau avançado ou terceiro grau, sem resolução esperada ou que persiste durante pelo menos sete dias após a cirurgia cardíaca.</li> <li>- Bloqueio AV congênito de terceiro grau com um ritmo de escape de QRS largo, ectopia ventricular complexa ou disfunção ventricular.</li> <li>- Bloqueio AV congênito de terceiro grau em lactente com frequência ventricular inferior a 55 bpm ou com doença cardíaca congênita e frequência ventricular inferior a 70 bpm.</li> </ul>

**Quadro 2:** Indicações para implante de marcapasso. Fonte: Adaptado de acordo com estudos de Rapsang (2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após toda essa revisão é possível inferir que o marcapasso é uma ferramenta tecnológica da área médica de extrema relevância no que diz respeito às cardiopatias relacionadas aos defeitos de excitação cardíaca. Nesse âmbito, os indivíduos que apresentam esses problemas podem viver como qualquer outro indivíduo que possui o bombeamento do coração dentro da normalidade, tendo em vista que, biofisiologicamente, MP dispõe de todo o mecanismo de transmitir impulsos elétricos para todo o músculo cardíaco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Costa R, Teno LAC, Gropoo AA et al - **Registro Brasileiro de Marcapassos (RBM) no ano de 2000**. Reblampa, 2001;14: 149-154

Salgado, Celso (2011). **Museu do Marcapasso, O primeiro marcapasso do mundo**. – ABEC. Disponível em: <https://abecdeca.org.br/museu/> .

Clinica Ritmo, **Implante do marcapasso**. Disponível em: <http://www.clinicaritmo.com.br/tratamentos/implante-de-marcapasso/> Acessado em 28 mai 2019.

Nery, Luiz Eduardo Maia, et al. "**Propriedades funcionais do coração** [Teoria]." (2012).

Guyton, A.C. & Hall, J.E. 2006. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11a edição, Elsevier - Pensilvania, E.U.A. 116 p.

Silverthorn, D.U. 2003. **Fisiologia Humana. Uma Abordagem Integrada**. 2ª edição, Editora Manole - São Paulo, Brasil.

Sant'Anna, João Ricardo Michielin. "**Marcapasso cardíaco e cardioversor-desfibrilador implantável: orientações para realização de procedimentos diagnósticos e terapêuticos**." Rev Soc Cardiol Rio Grande do Sul 16.12 (2007): 1-10.

Pacemaker, Artificial Cardiac. "**Marcapasso cardíaco artificial: considerações pré e per-operatórias**." Revista Brasileira de Anestesiologia 53.6 (2003): 854-862.

Rapsang, Amy G., and Prithwis Bhattacharyya. "**Pacemakers and implantable cardioverter defibrillators-general and anesthetic considerations**." Revista Brasileira de Anestesiologia 64.3 (2014): 205-214.