



**Universidade Federal do Espírito Santo**

# **A Engenharia Biomédica na Promoção do Processo Tecnológico em Saúde**

**Prof. Dr. Teodiano Freire Bastos Filho**

**Prof. Dr. Francisco de Assis Souza dos Santos**

*Vitória – ES, 2018.*

# Apresentação

Bacharelado em Ciência da Computação (2006).

Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica, área de concentração em Engenharia Biomédica (2007-2014) no Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina (IEB-UFSC), estabelecido como Centro Colaborador da OPAS/OMS.

Experiência profissional no Gerenciamento de Equipamentos médico-assistenciais e Avaliação de Tecnologias em Saúde.

Atualmente é professor adjunto da UFES lotado no Departamento de Computação e Eletrônica (Campus São Mateus).

## Conteúdo Programático

### Aula 1: 15/03/2018

1. Tecnologias em Saúde
  - 1.3 Ciclo de Vida dos Dispositivos Médicos
2. Políticas da Organização Mundial em Saúde com ênfase em Dispositivos Médicos
3. Alguns Equipamentos Médicos-Assistenciais: Características, Princípios de funcionamento, aplicações e gerenciamento
  - 3.1 Bisturis: Elétrico e Harmônico
  - 3.2 Monitores multiparamétricos
  - 3.3 Desfibrilador e Cardioversor
  - 3.4 Oxímetro de Pulso
  - 3.5 Capnografo
  - 3.5 Ressonância Magnética
  - 3.6 Sistema de Cirurgia Robótica

## Conteúdo Programático

### **Aula 1: 15/03/2018**

4. A importância do Gerenciamento de Equipamentos Médicos-Assistenciais

4.1 Sistema de Cirurgia Robótica, aspectos técnicos e funcionamento da tecnologia

5. Exercício de fixação com a turma

# Conteúdo Programático

## Aula 2: 22/03/2018

### 8. A eletrocardiografia

8.1 Funcionamento do Coração

8.2 Teoria da Eletrocardiografia

8.3 Triângulo de Einthoven

8.3.1 Derivações Bipolares

8.3.2 Complexo QRS

8.3.3 Derivações Unipolares

8.3.4 Derivações Unipolares Aumentadas

8.3.5 Derivações Precordiais

8.4 Mapeamento Completo do Coração

8.5 Princípios de Funcionamento do Monitor Cardíaco

8.6 Cabos de Paciente: 3 vias, 5 vias e 10 vias

8.7 Padrões Europeu e Norte-Americano

## Conteúdo Programático

### Aula 2: 22/03/2018

#### 8.8 O sinal de ECG

8.8.1 Sensor de ECG e Sinal de referência

8.8.1 Sensibilidade, Amostragem, Imprecisão e Resolução

8.8.4 Artefatos

#### 8.9 Monitor cardíaco versus Eletrocardiógrafo

#### 8.10 Prática com a utilização de um monitor multiparamétrico

8.10.1 Apresentar os módulos do monitor multiparamétrico

8.10.2 Enfatizar na utilização do módulo de monitorização cardíaca

8.10.3 Aplicar o simulador de ECG para obter as 12 derivações (3 bipolares, 6 pré-cordiais e 3 unipolares aumentadas)

8.10.4 Aplicação de exercícios em grupo para realização da prática

# Conteúdo Programático

## Aula 3: 29/03/2018

### 9. Sistema de Instrumentação Biomédica

#### 9.1 Componentes de um sistema de Instrumentação Biomédica

9.1.1 Variável de Medida, Transdutor, Processamento ou Condicionamento do Sinal, Apresentação dos Dados, Armazenamento do Dados, Transmissão dos Dados, Realimentação e Controle e Fontes de Alimentação.

#### 9.2 Sensores e Transdutores

9.2.1 Grandezas

9.2.2 Faixas de medição

#### 9.3 Interação entre Homem e Máquina

#### 9.4 Sinais Fisiológicos/Biomédicos

9.4.1 Características dos sinais biomédicos

9.4.2 Análise e processamento de sinas biomédicos

## Conteúdo Programático

### **Aula 3: 29/03/2018**

9.5 Qualidade de um Transdutor

9.5.1 Precisão, Sensibilidade, Resolução e histerese.

9.6 Atividade em grupo: Analisar Certificados de Calibração

### **Aula 4: 05/04/2018**

9.7 Processo de medição

9.8 Sensor de Oximetria

9.9 Sensor de Capnografia

9.10 Transdutor Piezoelétrico

9.11 Biosensores

9.12 Atividade em sala para especificação técnica de uma solução para a Engenharia Biomédica

# A Engenharia Biomédica

A Engenharia Biomédica pode ser definida como uma área que aplica princípios e métodos de engenharia, da ciência e da tecnologia para a compreensão, definição e resolução dos problemas em biologia e medicina (IEB-UFSC, 2007).



## Subáreas da Engenharia Biomédica

**Informática em Saúde:** Estuda e desenvolve sistemas e metodologias computacionais para o auxílio às atividades médicas de ensino pesquisa e assistência.

**Bioengenharia:** Estudo do funcionamento de neurônios, desenvolvimento de sistemas para o registro e análise de dados comportamentais e fisiológicos em laboratório.

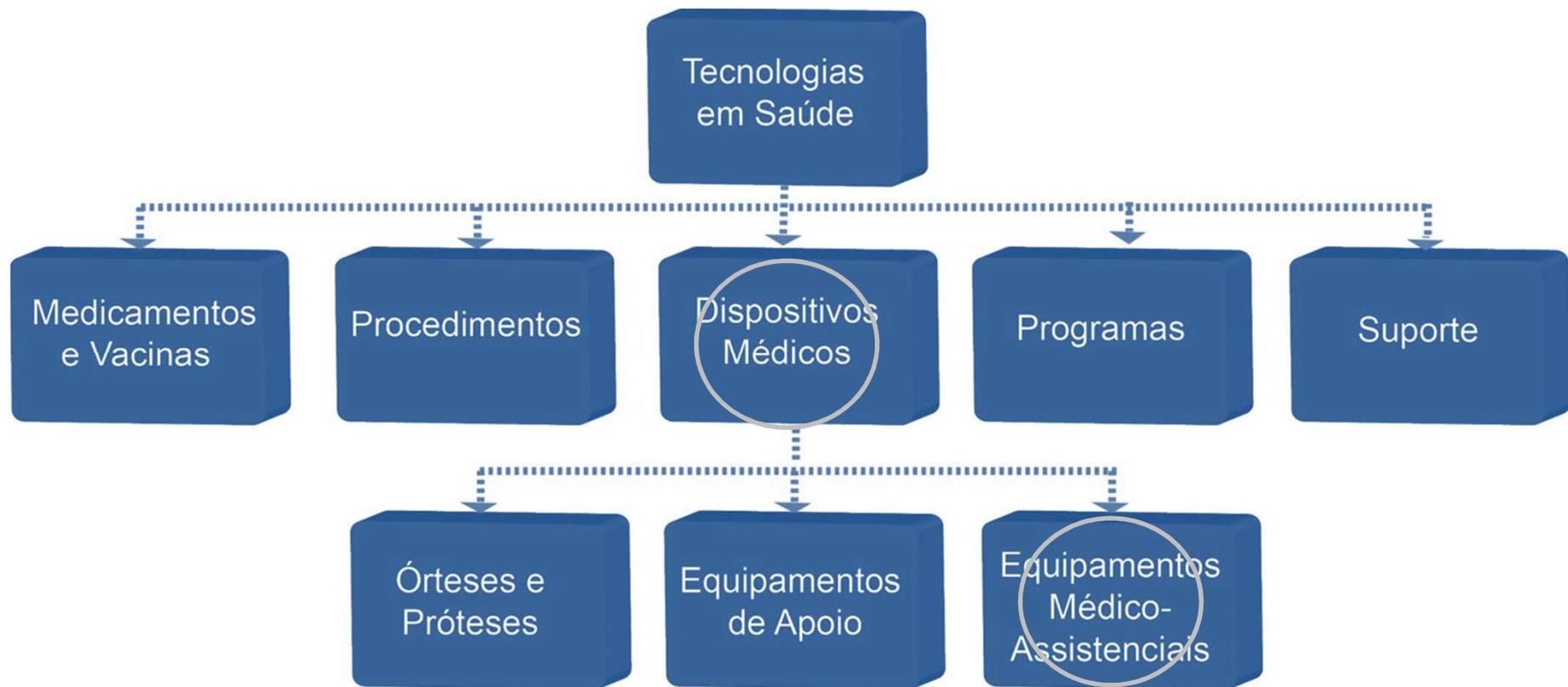
**Engenharia de Reabilitação:** Desenvolvimento de métodos, técnicas e instrumentos voltados a reabilitação humana.

**Engenharia Clínica:** Estuda e implementa métodos de controle, gerenciamento e manutenção de equipamentos médico-assistenciais.

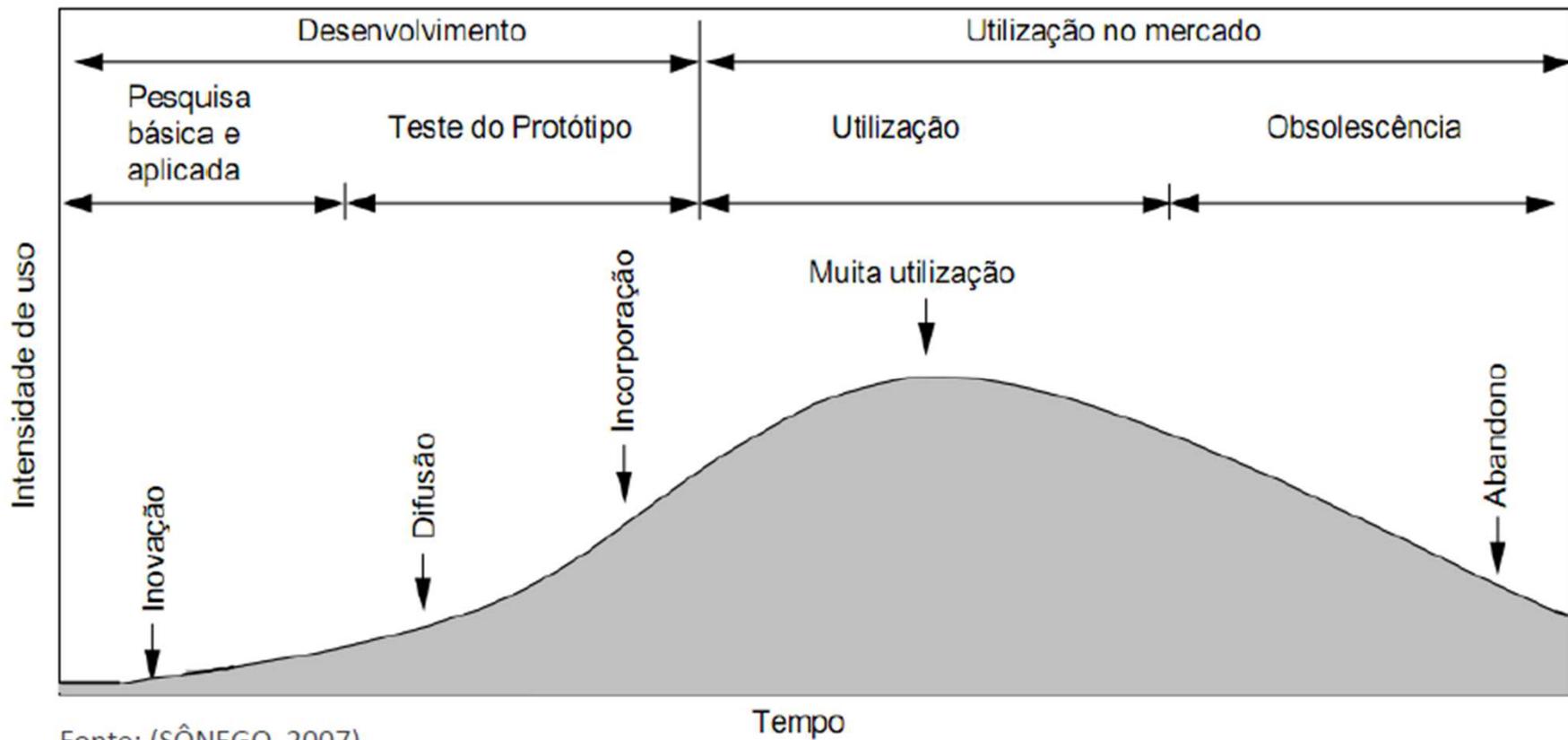
**Instrumentação Biomédica:** Desenvolve sistemas de auxílio para profissionais da área médica no diagnóstico, na monitoração de pacientes e na investigação de patologias.

# Definições de Tecnologias em Saúde

A definição de Tecnologias em Saúde é abrangente.

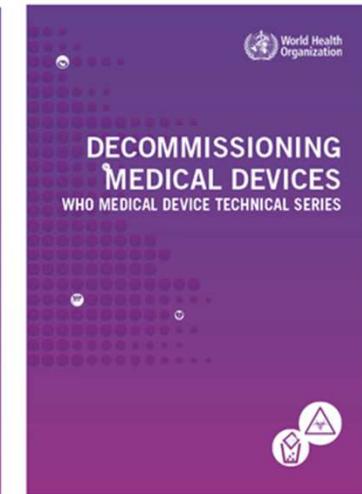
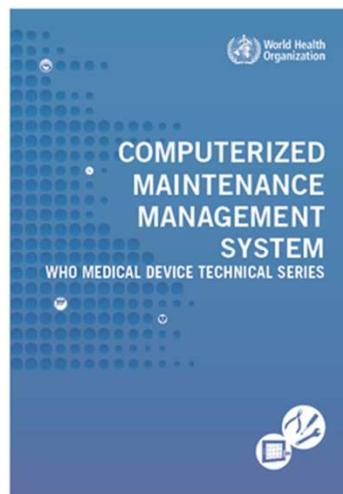
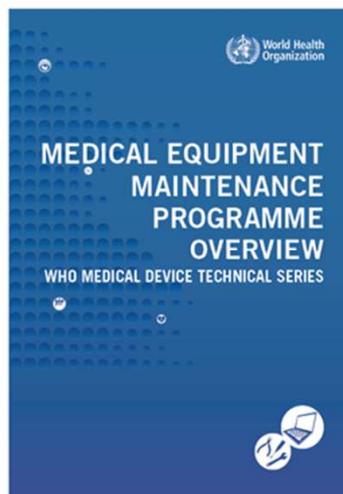
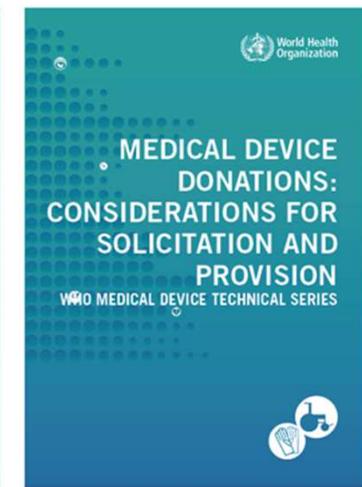
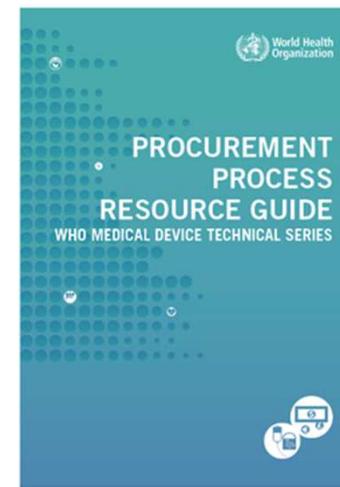
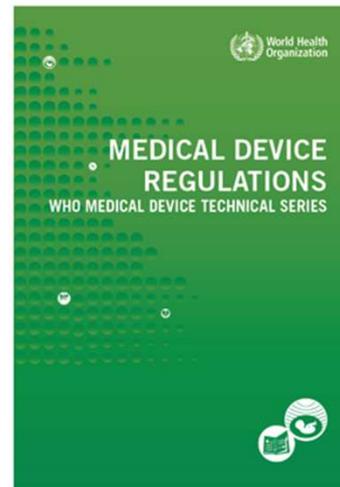
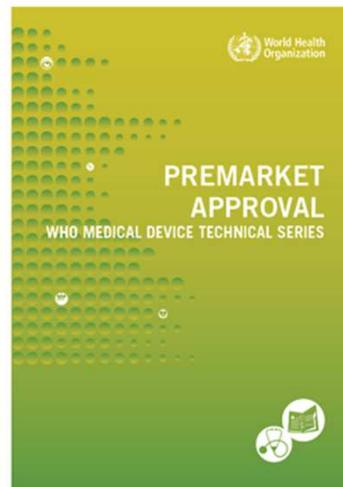


# Equipamentos Médico-Assistenciais: Ciclo de Vida

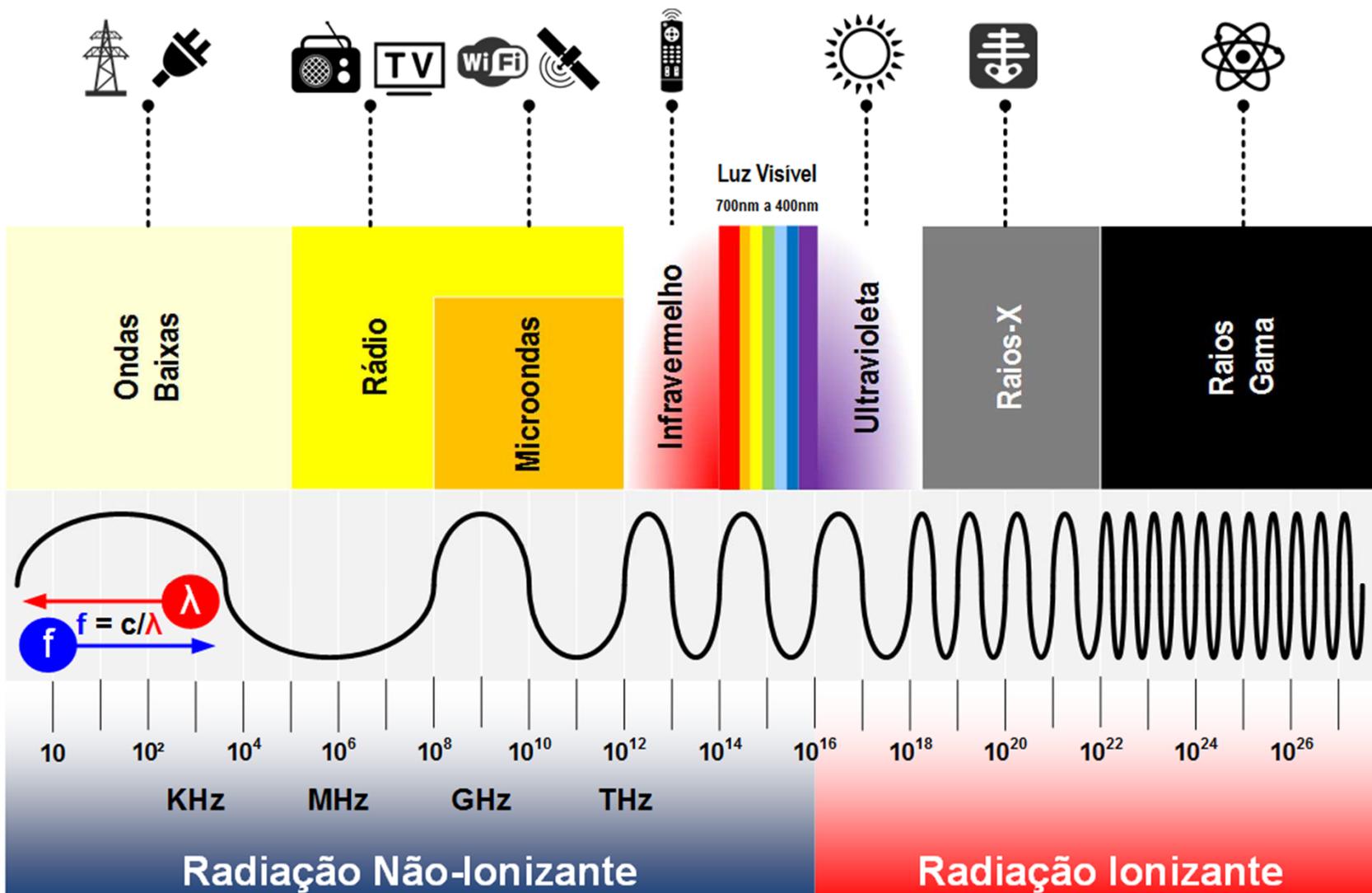


Fonte: (SÔNEGO, 2007).

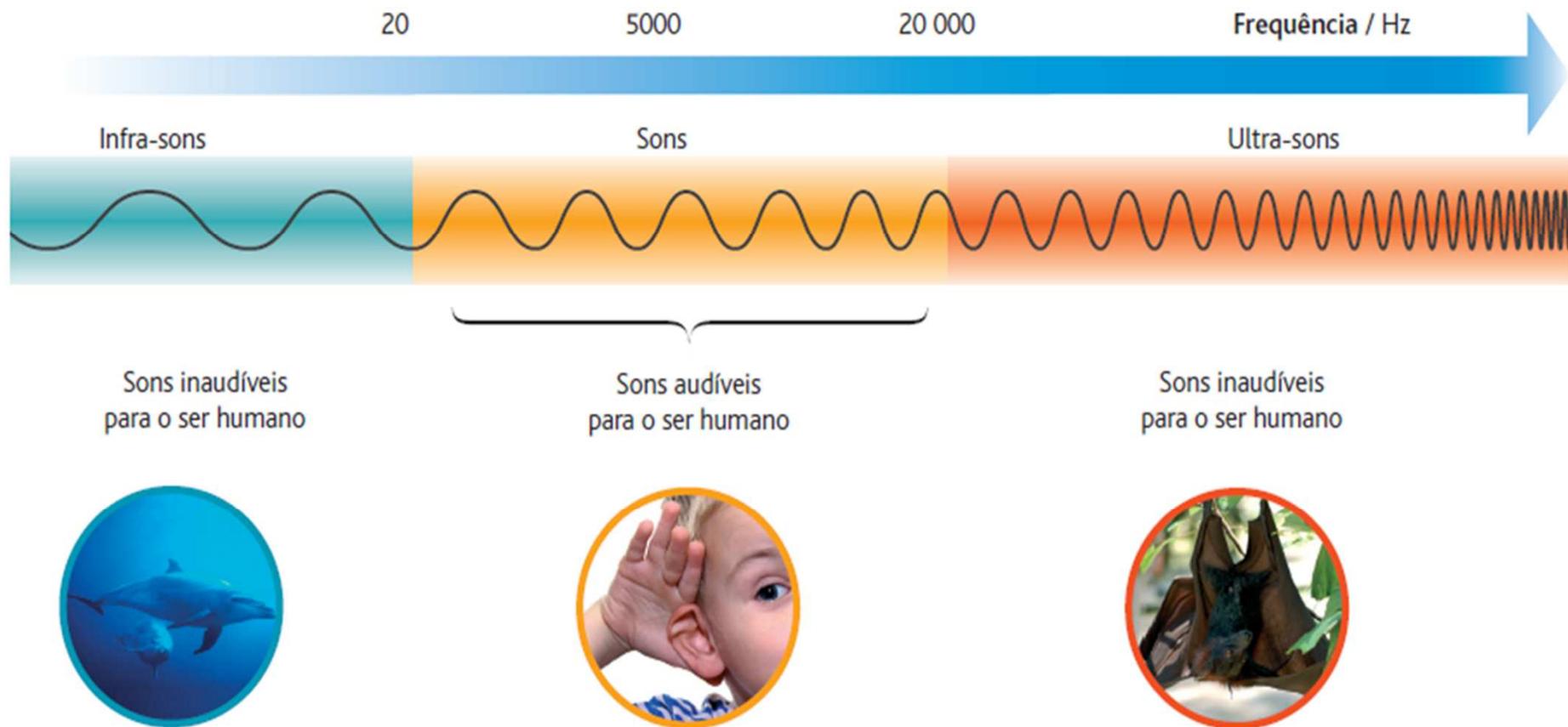
# Dispositivos Médicos/Equipamentos Médico-Assistenciais



# EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS: Espectro Eletromagnético



# EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS: Espectro Sonoro



# **ALGUNS EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS**

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos e Harmônico

- Bisturi Elétrico (coagulação e corte)
  - Monopolar
    - Agressivo



GERADOR

CAUTÉRIO



PACIENTE

PLACA  
DISPERSORA



- Bipolar
  - Menos agressivo
  - Não há placa de paciente
  - Eletrodos ativo e dispersivo estão na ponta do instrumento cirúrgico

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Princípios da Eletrocirurgia

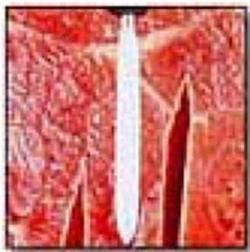


<b>CORRENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• fluxo de elétrons (amperes), que quando forçadas a passar por um elemento condutor podem produzir aquecimento e, por vezes, destruição tecidual.</li></ul>
<b>VOLTAGEM</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• força ou tração que movimenta os elétrons de um átomo para outro (volts)</li></ul>
<b>RESISTÊNCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• oposição ao fluxo da corrente (elétrons) – (ohms)</li></ul>

■ CALOR >> EFEITO TISSULAR

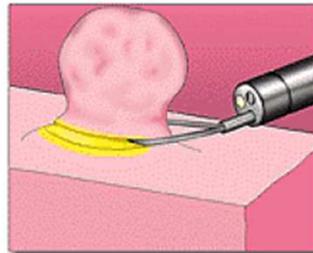
# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos: Cortes Eletrocirúrgicos



(a)

(a) Corte de tecido muscular com eletrodo tipo lâmina

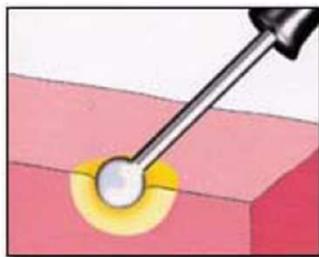


(b)

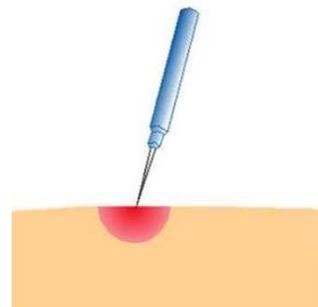
(b) Corte de vilosidade com eletrodo tipo *loop* de fio, em laparoscopia



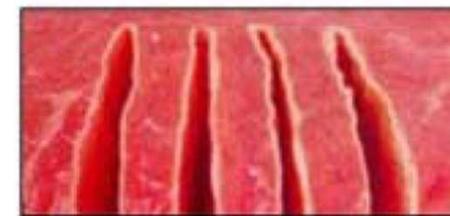
Fulguração



Dessecação



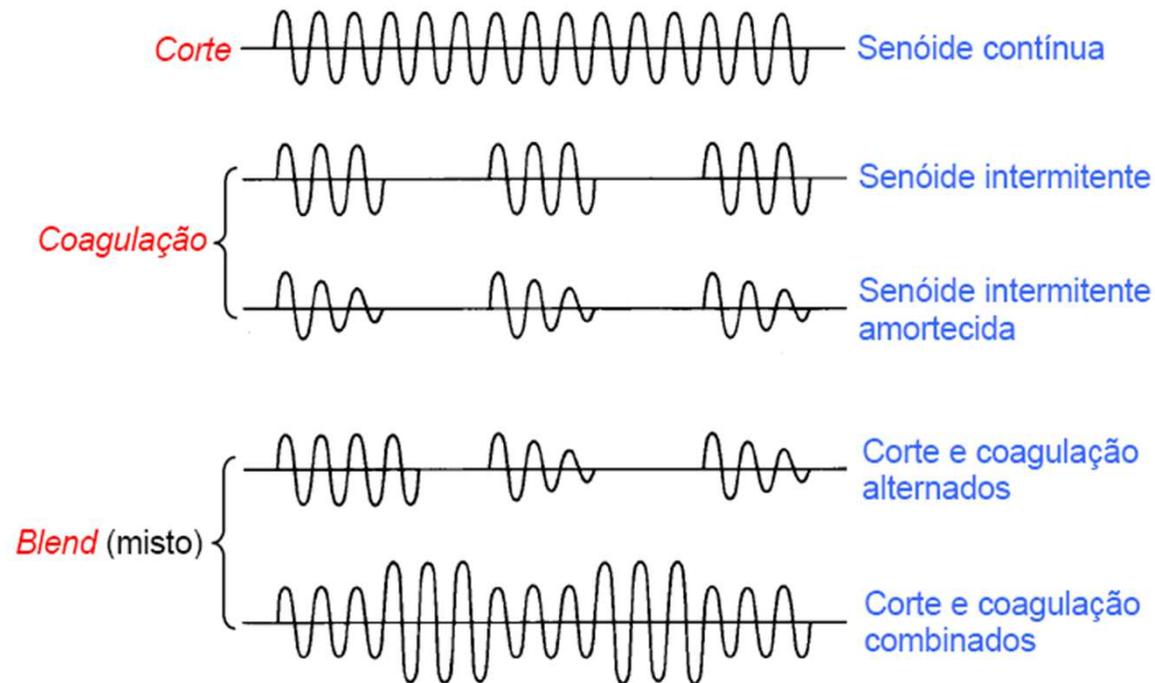
Coagulação



Blend

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos: Tipos de Ondas



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos



Ativação Monopolar e Bipolar.

Controle através de pedal que aciona as funções de corte e coagulação.



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos: Perigos



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos: Perigos

$$\text{BURN} = \frac{\text{CURRENT} \times \text{TIME}}{\text{AREA}}$$



A geração de um circuito isolado depende de um eletrodo de dispersão eficaz.  
Quanto maior a área deste eletrodo menor a chance de uma paciente  
apresentar queimaduras.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturis Elétricos: Perigos

### Trauma pela Corrente Divergente

A corrente divergente ocorre quando a corrente elétrica encontra outro caminho através do corpo do paciente que não o eletrodo de dispersão (placa).

Manifestado: placa de retorno, eletrodos ECG, sensores de oxímetros de pulso, etc .

REM (return electrode monitoring): Sinaliza e interrompe o fornecimento de energia em caso de redução da área de contato.

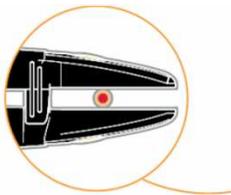
(Fonte: USP, 2017)

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturi Eletrônico – Selagem de vasos



Fonte: (Covidien, 2018)



Fonte: (Covidien, 2014)

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Bisturi Harmônico



Fonte: (Jhonson&Jhonson, 2014)

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

### Bisturis: Faixas de Potências por Procedimentos

#### Baixa Potência: < 30W

- Neurocirurgia (tanto bipolar como monopolar);
- Laparoscopia (tanto bipolar como monopolar);
- Vasectomias;
- Dermatologia;
- Cirurgia oral;
- Cirurgia plástica.

(Fonte: USP, 2017)

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

### Bisturis: Faixas de Potências por Procedimentos

**Potência Média: Coagulação de 30W a 70W, Corte de 30W a 150W**

- Cirurgia geral;
- Laparotomias;
- Cirurgias de cabeça e pescoço;
- Cirurgias ortopédicas de grande porte;
- Cirurgias vasculares de grande porte;
- Cirurgia torácica de rotina;
- Polipectomia

(Fonte: USP, 2017)

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

### Bisturis: Faixas de Potências por Procedimentos

#### Alta Potência: Coagulação acima de 70W, Corte acima de 150W

- Cirurgia de retirada de câncer, mastectomias, etc. (corte 180W a 200W, coagulação 70 a 75W);
- Toracotomias (fulguração pesada, 70W a 75W).

(Fonte: USP, 2017)

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Efeito Piezoelétrico

## Vídeo do Efeito Pizoelétrico

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitoração e Diagnóstico



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

## Monitor Cardíaco/Multiparâmetro



Monitoração cardíaca

Capnografia

Oximetria

Pressão não invasiva

Pressão invasiva

Temperatura

Fonte: (Foremost, 2018)

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Desfibrilador/Cardioversor

Desfibriladores são equipamentos eletrônicos portáteis destinados a gerar e aplicar pulsos intensos e breves de corrente elétrica na musculatura cardíaca.

- Direta (Em seguida a uma cirurgia cardíaca);
- Indireta (Sobre o tórax).

Cardioversores possuem circuitos capazes de detectar a atividade elétrica do coração e **sincronizar** a aplicação do pulso desfibrilatório com a onda R do ECG.



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Desfibrilador/Cardioversor

### Locais de Uso



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Desfibrilador/Cardioversor

### Princípio de funcionamento de um desfibrilador:

- Monitoração de ECG;
- **Botão de sincronismo desativado;**
- Seleção da carga em Joules (manual, semi-automático ou automático);
- Armazenamento de energia elétrica;
- Manutenção da carga;
- Descarga no paciente pelo operador.



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Desfibrilador/Cardioversor

### Princípio de funcionamento de um cardioversor:

- Monitoração de ECG;
- **Sincronismo com o Complexo QRS do ECG.**
- Seleção da carga em Joules (manual, semi-automático ou automático);
- Armazenamento de energia elétrica;
- Manutenção da carga;
- Descarga no paciente pelo operador.



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

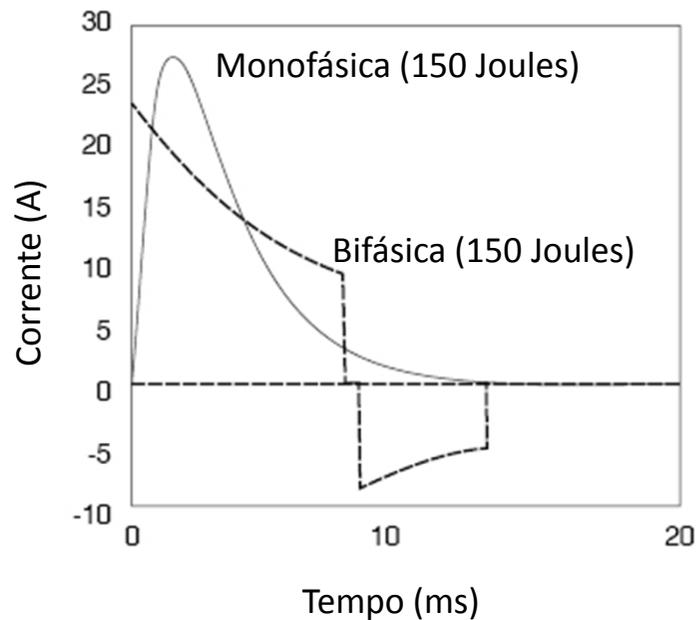
## Desfibrilador/Cardioversor

### Circuitos geradores de pulso:

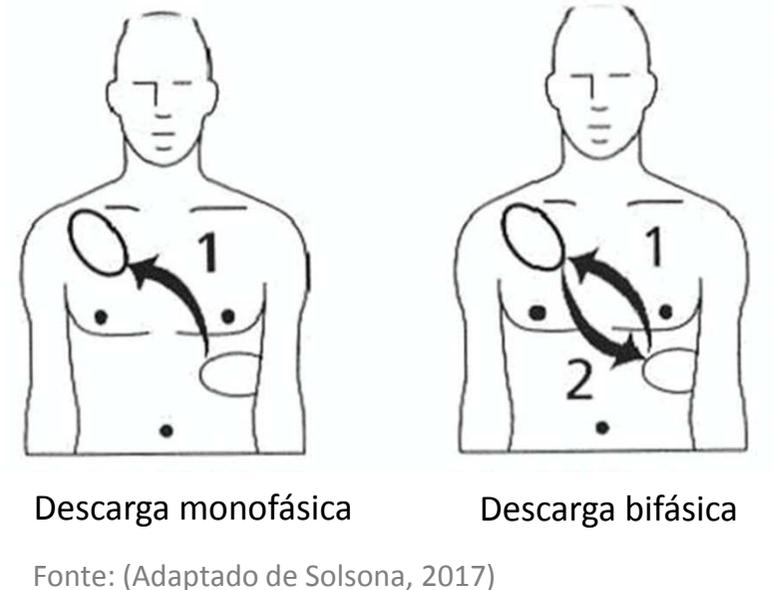
- Monofásica
  - Maior carga até 360 Joules;
  - Pesados;
  - Baterias grandes;
  - Custo elevado.
- Bifásica
  - Menor carga;
  - Utilizados materiais semicondutores para chaveamento do pulso;
  - Medição da impedância transtorácica;
  - Componentes menores;
  - Menor custo;
  - Pode resultar em maior efetividade clínica.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Desfibrilador/Cardioversor: Ondas monofásica e bifásica



Fonte: (Adaptado de Rodríguez, 2012)



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Terapia

## Desfibrilador/Cardioversor: Riscos Envolvidos

- Não reverter a fibrilação caso selecionado o sincronismo em FV;
- Choque elétrico ao operador e paciente;
- Sem energia para carga;
- Danos clínicos ao paciente pelo tipo e intensidade da onda de descarga utilizada;
- Manejo inadequado do paciente;
- Interpretação Equivocada do ECG para equipamentos manuais.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

## Oxímetro de Pulso

Oxímetro de pulso é o equipamento eletromédico que monitora a saturação de oxigênio no sangue arterial (SaO<sub>2</sub>) de forma contínua, não invasiva e em tempo real.



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

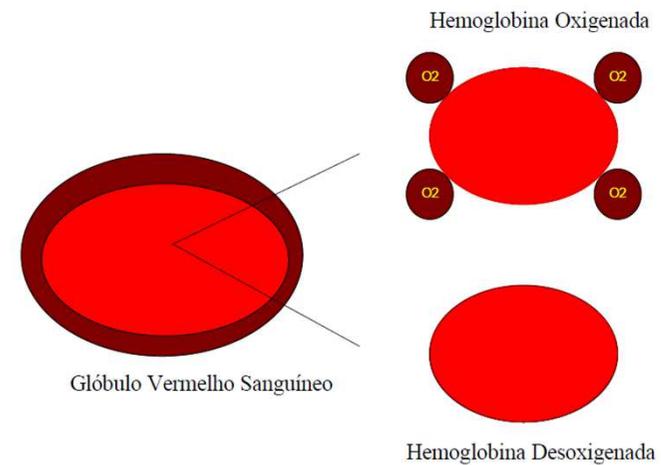
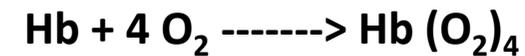
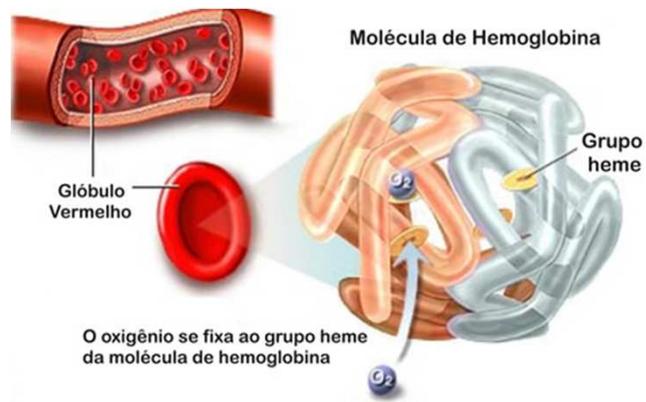
## Oxímetro de Pulso: Aplicações

- Unidade de Tratamento Intensivo: onde condições clínicas podem levar a uma diminuição repentina no nível de oxigênio no sangue arterial, como por exemplo a hemorragia pulmonar;
- Procedimento anestésico: indispensável para detecção de hipoxemia, que é a causa mais comum de acidentes fatais em anestesia;
- Transporte de pacientes: ambulância, procedimentos de emergência e outros.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

## Oxímetro de Pulso

O princípio de funcionamento está baseado na medição do oxigênio (O<sub>2</sub>) associado à hemoglobina (Hb), encontrado em grande quantidade no sangue arterial.



Fonte: (Adaptado de MedlinePlus, 2017)

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

## Oximetria: Conceitos

- $SaO_2$   $\Rightarrow$  Saturação de oxigênio da hemoglobina arterial;
- $SpO_2$   $\Rightarrow$  Saturação de oxigênio da hemoglobina arterial medida com o oxímetro de pulso;
- A Saturação de Oxigênio ( $SaO_2$ ) é definida como a percentagem de oxigênio preso à hemoglobina pelo total da amostra de hemoglobina sendo avaliada;
- Oxihemoglobina ( $HbO_2$ )  $\Rightarrow$  Hemoglobina acoplada a moléculas de  $O_2$ ;
- Desoxihemoglobina ( $Hb$ )  $\Rightarrow$  Hemoglobina no estado normal (reduzido);
- Carboxihemoglobina ( $HbCO$ )  $\Rightarrow$  Hemoglobina Acoplada a moléculas de  $CO$ ;

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

### Oxímetro de Pulso: Espectrofotometria

#### Lei de Beer-Lambert (1851)

$$A = \log\left(\frac{I_o}{I}\right) = \varepsilon.l.c$$

$A \Rightarrow$  Absorvância;  $I_o \Rightarrow$  Intensidade de energia emitida;

$I \Rightarrow$  Intensidade de energia transmitida;  $\varepsilon \Rightarrow$  Coeficiente de extinção molar da amostra;

$l \Rightarrow$  Distância percorrida pela energia luminosa;  $c \Rightarrow$  Concentração da amostra.

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

### Oxímetro de Pulso: Medição

A percentagem de SaO<sub>2</sub>, usada na oxímetria de pulso, é dada pela seguinte equação:

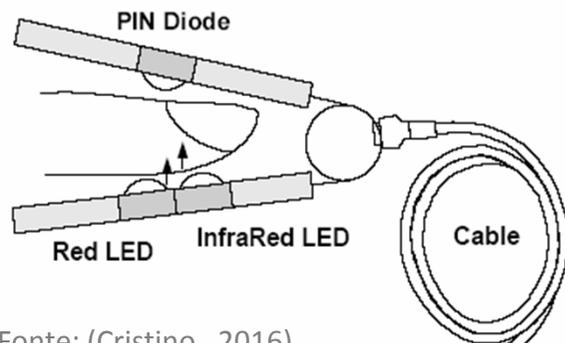
$$\text{SaO}_2 \% = \frac{\text{HbO}_2}{\text{HbO}_2 + \text{Hb}} \times 100$$

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

## Oxímetro de Pulso: Medição

A medição dos fatores dessa equação pode ser feita usando a espectrometria. A hemoglobina saturada e a hemoglobina reduzida têm diferentes características de absorção nos comprimentos de onda da luz vermelha e da luz infravermelha.

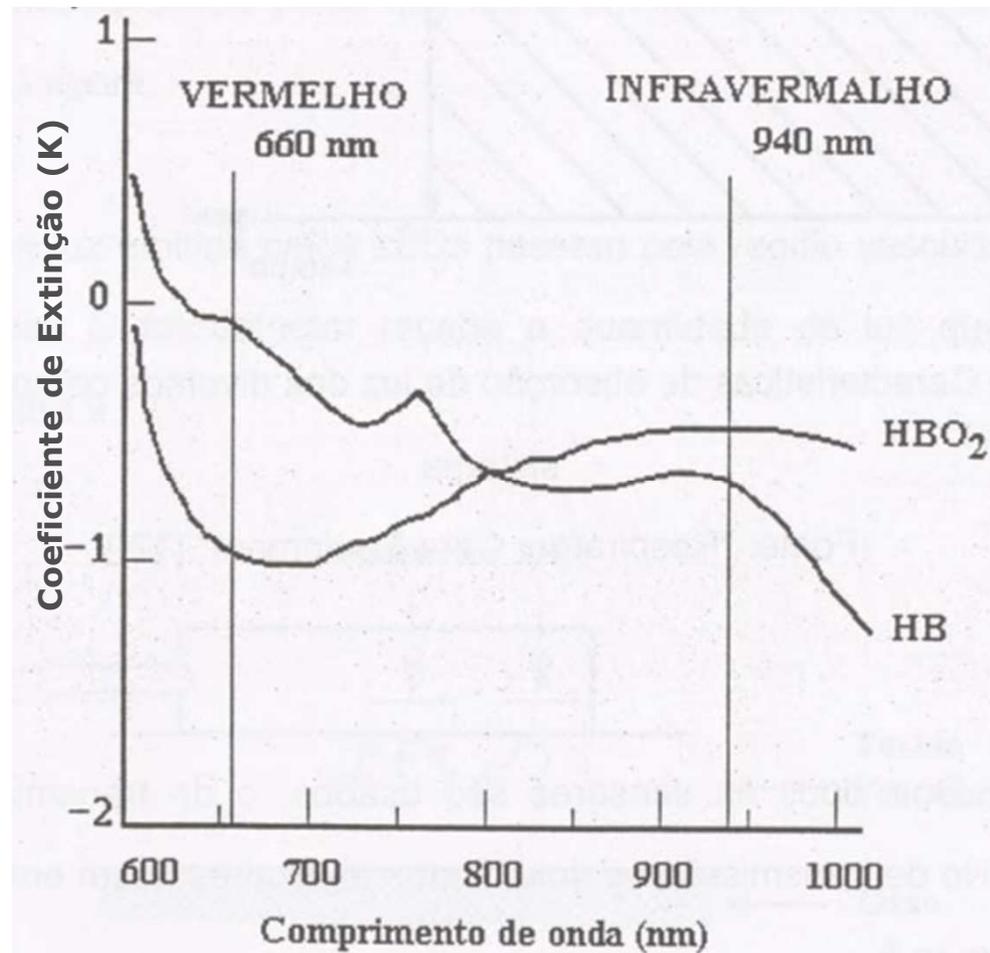
Diodos emissores de luz (LEDs) produzem o vermelho (**660nm**), o infravermelho (**940nm**) e um fotodiodo recebe o sinal. A luz é transmitida através de um leito vascular pulsátil, parte dessa luz é absorvida por cada constituinte do tecido. O único componente que possui absorção variável é devido a pulsação arterial.



Fonte: (Cristino , 2016)

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

### Oxímetro de Pulso: Absorção nos comprimentos de onda vermelho e infravermelho



Fonte: (Paz, 1996)

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

### Oxímetro de Pulso: Quantificação

A quantificação é feita pela análise da densidade óptica, OD, da luz transmitida através do sangue de acordo com a lei Beer-Lambert:

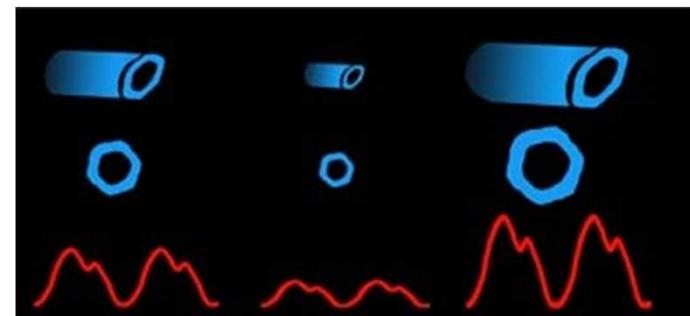
$$\text{SaO}_2 \% = A - B \frac{\text{OD}\lambda_1}{\text{OD}\lambda_2} \times 100$$

- A, B : função dos coeficientes de absorção da Hb e HbO<sub>2</sub>;
- $\lambda_1$ : comprimento de onda vermelho= 660nm;
- $\lambda_2$ : comprimento de onda infravermelho= 940nm;
- OD  $\lambda_1$  e OD  $\lambda_2$  densidades óptica normalizadas.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Monitorização

## Oxímetro de Pulso: Variações de Absorção

- Há variações de absorção das ondas luminosas devido o volume sanguíneo da sístole e diástole;
- *Estas variações de luz absorvidas têm uma forma de onda característica que é chamada de forma de onda pletismográfica.*

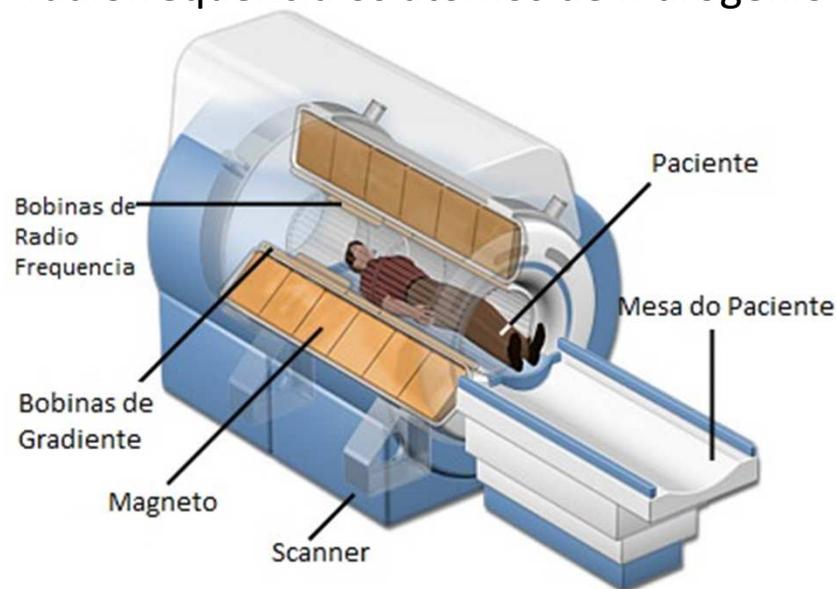


Fonte: (Gutierrez, 2017)

# EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

## Ressonância Magnética (RM)

Equipamento que permite captar imagens internas do corpo humano para fins diagnósticos. A fonte de formação de imagem no RM é o núcleo de certos átomos de hidrogênio. Na presença do campo magnético e de emissão de ondas de radiofrequência os átomos de hidrogênio liberam energia.



# EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

## Ressonância Magnética (RM) - Vídeo

# EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

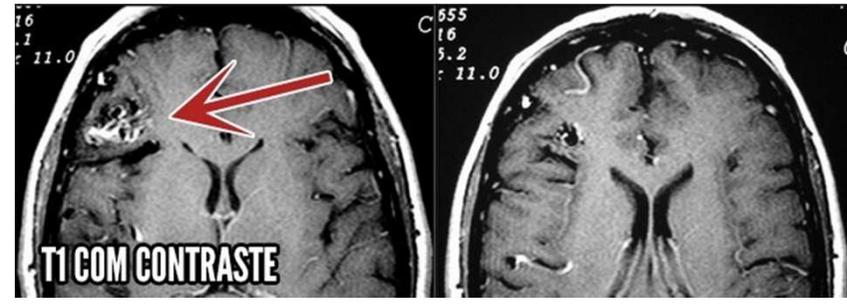
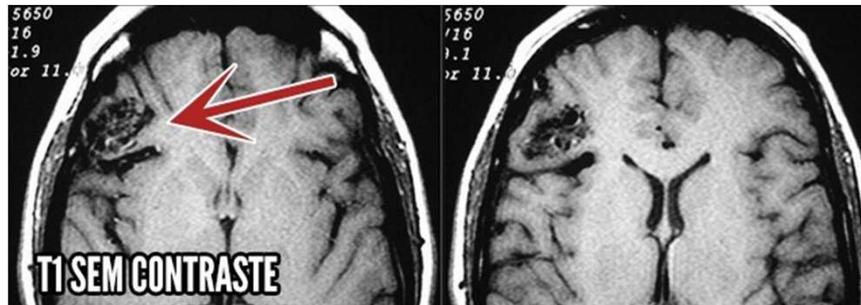
## Ressonância Magnética (RM): Cuidados

- Objetos elétricos e eletrônicos, implante ou prótese metálica, marcapasso, válvula cardíaca artificial ou qualquer outro objeto metálico/magnético no corpo
- Conforto do paciente;
- Necessidade de administração de contraste;



# EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

## Ressonância Magnética (RM): Exames



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

## Componentes do Sistema Robótico



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

## Componentes do Sistema Robótico

- **CONSOLE DO CIRURGIÃO**

- Caracteriza-se por ser o centro de controle do sistema de cirurgia robótica Da Vinci .
- Promove uma interface entre o cirurgião e os braços cirúrgicos robóticos.



Através do visualizador da cirurgia, os instrumentos parecem estar posicionados nas mãos do cirurgião propiciando um alinhamento do olho com as mãos e os instrumentos.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

## Componentes do Sistema Robótico

O sistema de cirurgia da Vinci foi projetado para traduzir os movimentos da mão, punho e dedos do cirurgião principal em precisos movimentos, supostamente em tempo real.

O controle dos movimentos é propiciado por meio de uma escala e há a redução dos tremores naturais da mão do cirurgião.



# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

## Resumo Técnico

- Conforme manual e informações divulgadas pelo site do fabricante e fornecedor, o **EMA atende tecnicamente a demanda do sistema de saúde** no que se refere à cirurgias de próstata.
- Encontrado apenas:
  - 01 fabricante - INTUITIVE SURGICAL
  - 01 fornecedor – H.Strattner
- A diferença existentes entre os modelos S e Si está no design do produto (EMA) e no mais atual possibilita o uso de 02 console do cirurgião.
- Principais fontes: Manuais e site do fabricante e fornecedor
- **Informações/Evidências não encontradas:**
  - Inovação futuras
  - Não foi possível comparar com outros fabricantes, devido não haver registro junto a Anvisa e não encontrado outros fabricantes e fornecedores.

# Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

## Aspectos Operacionais

- **Treinamento**

- ✓ Curva de Aprendizagem: EMA classificado como de Alta Complexidade

Estudo	Termos
[1] Schreuder, H. W., Wolswijk, R., Zweemer, R. P., Schijven, M. P., & Verheijen, R. H. (2012). Training and learning robotic surgery, time for a more structured approach: A systematic review. <i>BJOG: An International Journal of Obstetrics &amp; Gynaecology</i> , 119(2), 137-149.	Ou YC et. al (2010) para alcançar resultados oncológicos comparável ao um cirurgião experiente em cirurgia aberta, a curva de aprendizado é esperado para ser 250-400 casos  Doumerc et.al. (2010) relata que se observa um “achatamento” da curva de aprendizado depois de 140 casos e um achatamento para tumores maiores depois de 170 casos.

# Diretriz de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

## Aspectos Operacionais

- **Manutenção**

- ✓ A manutenção preventiva do sistema de cirurgia robótica é efetuada por representante autorizado do fabricante.
- ✓ Os principais componentes do sistema não possuem quaisquer peças nas quais o utilizador possa efetuar tarefas de assistência, com exceção dos acessórios do sistema (endoscópico, adaptador esterilizado do endoscópico, adaptador esterilizado do braço da câmara e pegas para os panos) e o iluminador.
- ✓ O tempo mínimo da garantia fornecida pela empresa é de um ano, todos os gastos com manutenções são cobertos pelo contrato com garantia, que inclui peças, deslocamentos, visitas, entre outros, excluindo-se as situações de mau uso, se comprovado.
- ✓ Constatado que o sistema robótico envia constantemente, através da rede TCP/IP, informações sobre o seu funcionamento.

## Exemplos de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

### Aspectos Econômicos: Custo Total de Propriedade

Descrição do Custo	Base da Estimativa	Valor Estimado (\$*)	Tempo Considerado (Anos)	Total Estimado (\$)
Aquisição	Pesquisa de mercado	2.726.281,00	-	2.726.281,00
Planejamento	Estimativa de 5% do valor de aquisição	136.314,00	-	136.314,00
Instalação	Pesquisa de mercado	27.262,00 (adaptação de sala cirúrgica)	-	27.262,00
Manutenção	Pesquisa de mercado	120.000,00 a.a, após a garantia	6	720.000,00
Operação	Pesquisa de mercado	3.259,67 (insumos e recursos humanos por procedimento) X 300 a.a **	7	6.845.307,00
Treinamento	Pesquisa de mercado	6.543,00 a.a	6	39.258,00
Substituição	Valor de aquisição acrescido do IGP-DI	2.726.281,00 + 3,32% (a.a composto)	7	3.426.584,13
CTP	-	-	-	13.921.006,13

## Diretriz de Equipamentos Médico-Assistenciais: Sistema de Cirurgia Robótica

### Recomendação

- Recomendou-se não incorporar o Sistema de Cirurgia Robótica.
- MOTIVOS
  - As evidências científicas;
  - Admissibilidade;
  - Operacional: Complexidade de uso do Sistema e curva de aprendizagem;
  - Manutenção, custos e avaliação econômica.

# A importância do Gerenciamento de Equipamentos Médico-Assistenciais



1. **Erros de infusão** podem ser mortais se etapas simples de segurança são ignoradas.
2. Limpeza inadequada de **instrumentos reutilizáveis complexos** pode levar a infecções.
3. Os **alarmes do ventilador** não atendidos podem levar a danos ao paciente.
4. Depressão respiratória não detectada induzida por opiáceos.
5. Risco de infecção com aquecedor-refrigerador usado em cirurgia cardiotorácica
6. As lacunas na gestão de software colocam os doentes e os dados dos doentes em risco.
7. Riscos de **radiação ocupacional**.
8. Configuração automática do armário e erros de uso pode causar transtorno na medicação.
9. Uso incorreto e mau funcionamento do grampeador cirúrgico.
10. **Falhas de dispositivos** causadas por produtos e práticas de limpeza.

## Atividades de Fixação

Acesso a apresentação em:

[<goo.gl/AtjXCJ>](https://goo.gl/AtjXCJ);

Acesso a lista de exercícios de fixação em:

[<bit.ly/2pfHy9n>](https://bit.ly/2pfHy9n)



# Universidade Federal do Espírito Santo

## Bibliografia

Brasil, Ministério da Saúde. **Diretrizes Metodológicas. Estudos de Avaliação de Equipamentos Médico-Assistenciais.** Brasília, 2013.

Cristino, J. S. Monitorização das Trocas Gasosas. Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Acessado em 16/07/2016. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/joseirsaturnino/drenos-sondas-e-cateteres-suporte-ventilatrio-ventilao-mecnica-invasiva-e-no-invasiva> >.

Garcia, Renato. **Introdução a Engenharia Biomédica.** Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2007.

Gutierrez, P. E. D. Pulsioximetria. Acessado em 27/09/2017. Disponível em:

<<https://pt.slideshare.net/anestesiahsb/pulsioximetria/8?smtNoRedir=1>>

World Health Organization (WHO). **2015 Global Survey on Health Technology Assessment by National Authorities.**

**Main findings.** 2015. Disponível em <[http://www.who.int/health-technology-assessment/MD\\_HTA\\_oct2015\\_final\\_web2.pdf](http://www.who.int/health-technology-assessment/MD_HTA_oct2015_final_web2.pdf) >. Acessado em 08 de maio de 2017.

\_\_\_\_\_. **Procurement Process Resource Guide.** World Health Organization. Geneva, p. 32. 2011.

Univerdidade de São Paulo (USP). Eletrocirurgia. Prof. Vanessa Poveda. Acessado em: 23/09/1027. Diponível em:

<[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/451619/mod\\_resource/content/2/ELETROCIRURGIA%202016%20%281%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/451619/mod_resource/content/2/ELETROCIRURGIA%202016%20%281%29.pdf)>

MedlinePlus. Acessado em 27/09/2017. Disponível em:

< [https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp\\_imagepages/19510.htm](https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19510.htm) >.

Nursing. Acessado em 15/03/2016. Disponível em: <<http://www.nursing.com.br/ressonancia-magnetica-como-funciona/>>.



**Universidade Federal do Espírito Santo**

**Equipamentos Médico-Assistenciais (EMA):  
Monitor Cardíaco e Eletrocardiógrafo**

**Prof. Dr. Teodiano Freire Bastos Filho**

**Prof. Dr. Francisco de Assis Souza dos Santos**

***Vitória – ES, 2018.***

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco/Multiparâmetro



Monitoração cardíaca

Capnografia

Oximetria

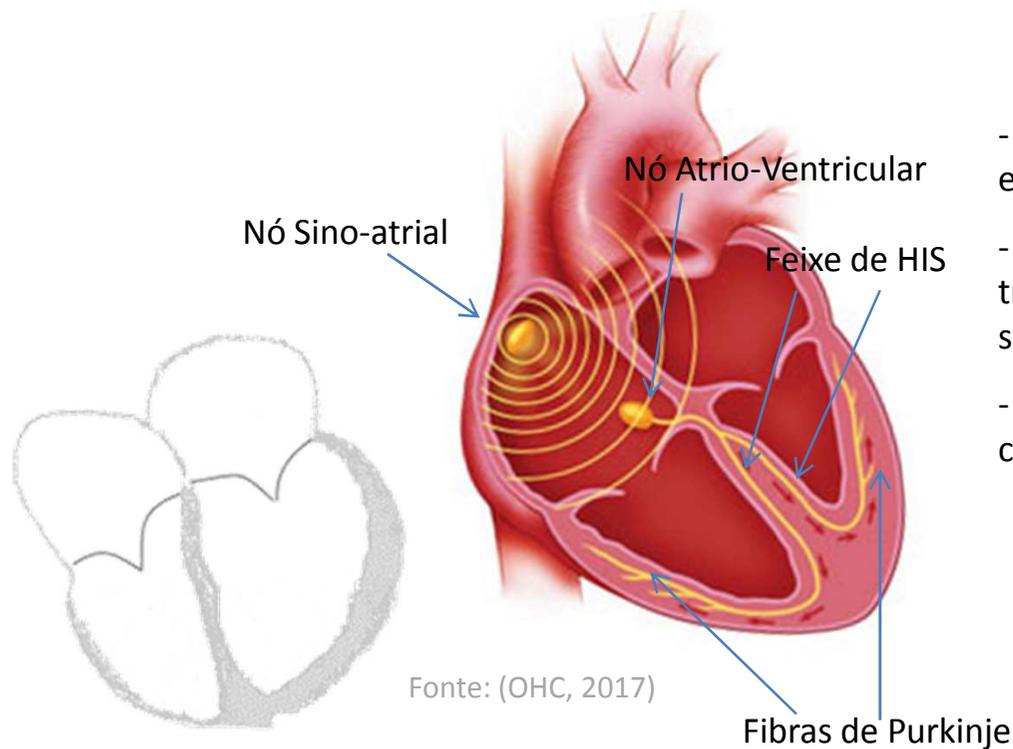
Pressão não invasiva

Pressão invasiva

Temperatura

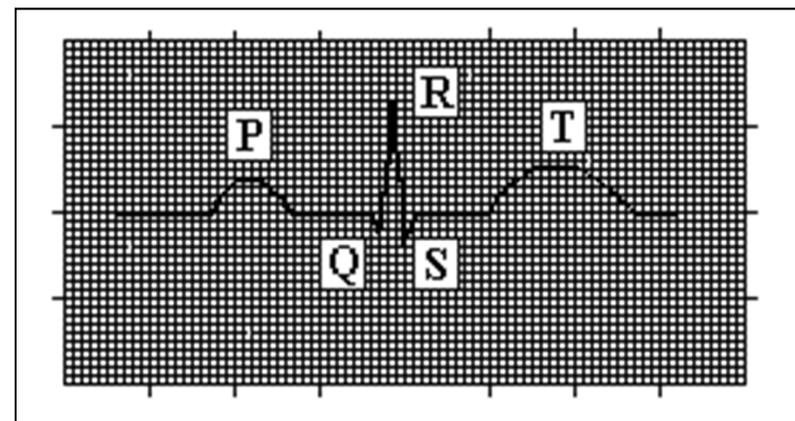
# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

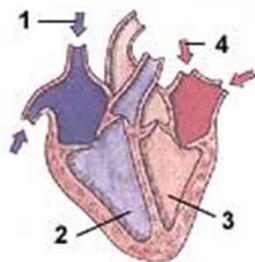


- A célula miocárdia em repouso, apresenta-se negativa em relação ao meio externo;
- A medida que se propaga a ativação celular, ocorre troca iônica e há uma tendência progressiva da célula a ser positiva (despolarização)
- A repolarização fará com que a célula volte às condições iniciais

Células musculares cardíacas	Frequência de auto-excitação
NSA	60 a 70
NAV	40 a 60
Fibras de Purkinje	40 a 15

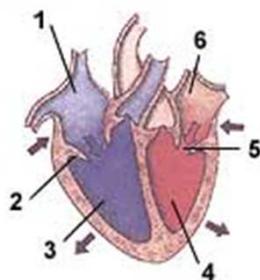


## Funcionamento do Coração



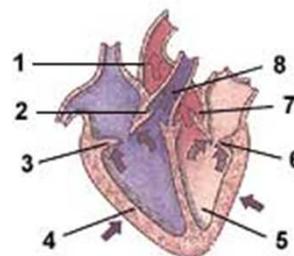
### Diástole

- 1- O átrio direito relaxa e o sangue desoxigenado é admitido.
- 2- O ventrículo direito relaxa.
- 3- O ventrículo esquerdo relaxa.
- 4- O átrio esquerdo relaxa e o sangue oxigenado é admitido.



### Sístole atrial

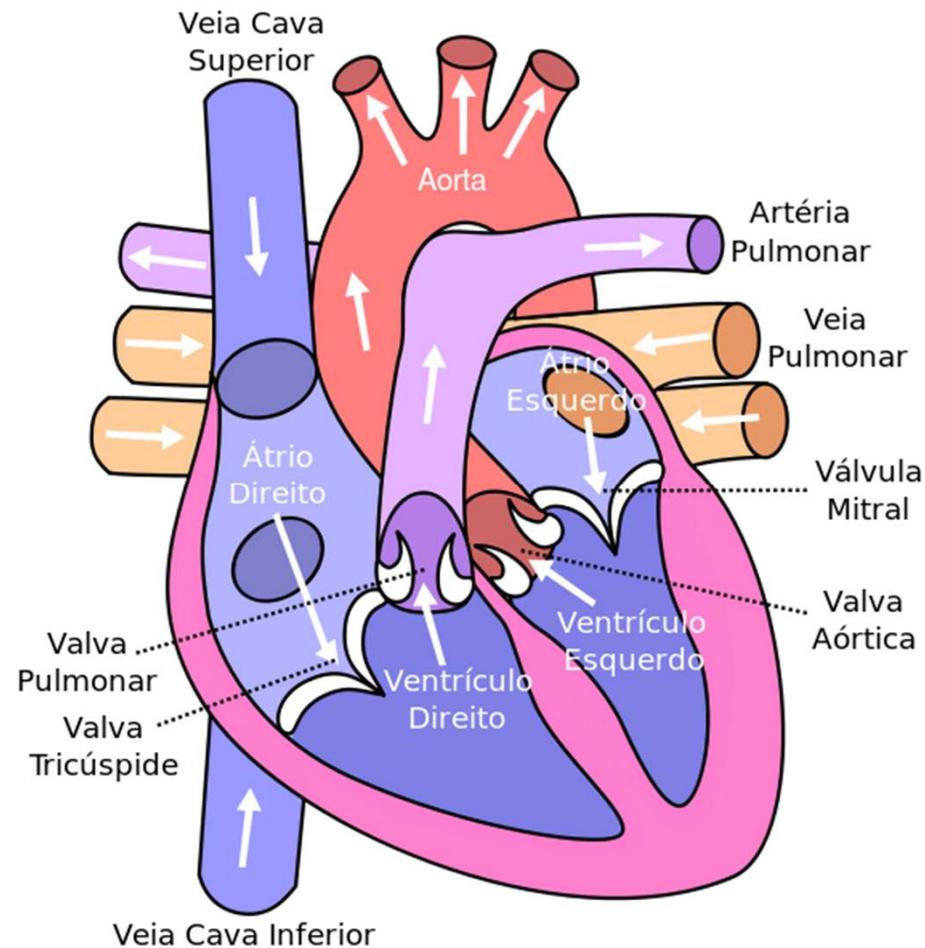
- 1- O átrio direito contrai e bombeia o sangue para dentro do ventrículo direito.
- 2- a válvula tricúspide abre.
- 3- O ventrículo direito dilata.
- 4- O ventrículo esquerdo dilata.
- 5- A válvula mitral abre.
- 6- O átrio esquerdo contrai e bombeia o sangue para o ventrículo esquerdo.



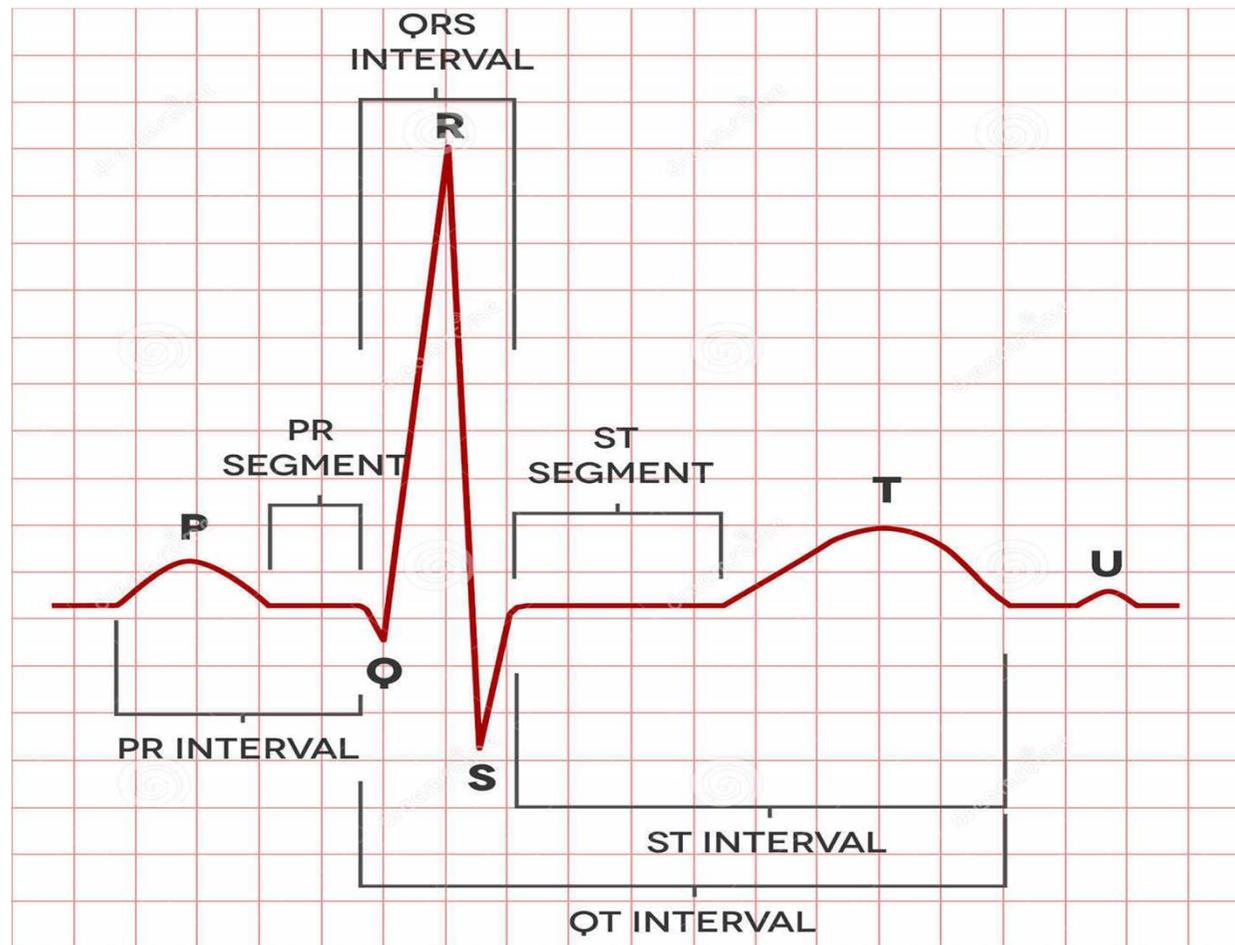
### Sístole Ventricular

- 1- O sangue oxigenado é bombeado para o interior da aorta.
- 2- A válvula pulmonar abre.
- 3- A válvula tricúspide fecha.
- 4- O ventrículo direito contrai e bombeia sangue para os pulmões.
- 5- O ventrículo esquerdo contrai e bombeia sangue para todo o corpo.
- 6- A válvula mitral fecha.
- 7- A válvula aórtica abre.
- 8- O sangue desoxigenado é bombeado para o interior da artéria pulmonar.

## Funcionamento do Coração



## O Sinal Característico de ECG



Fonte: (Andreão, 2004).

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

Eletrocardiografia = Método pelo qual registra-se a atividade elétrica cardíaca  
Eletrocardiograma = registro gráfico dos potenciais elétricos produzidos pela atividade elétrica do coração

## Teoria da Eletrocardiografia

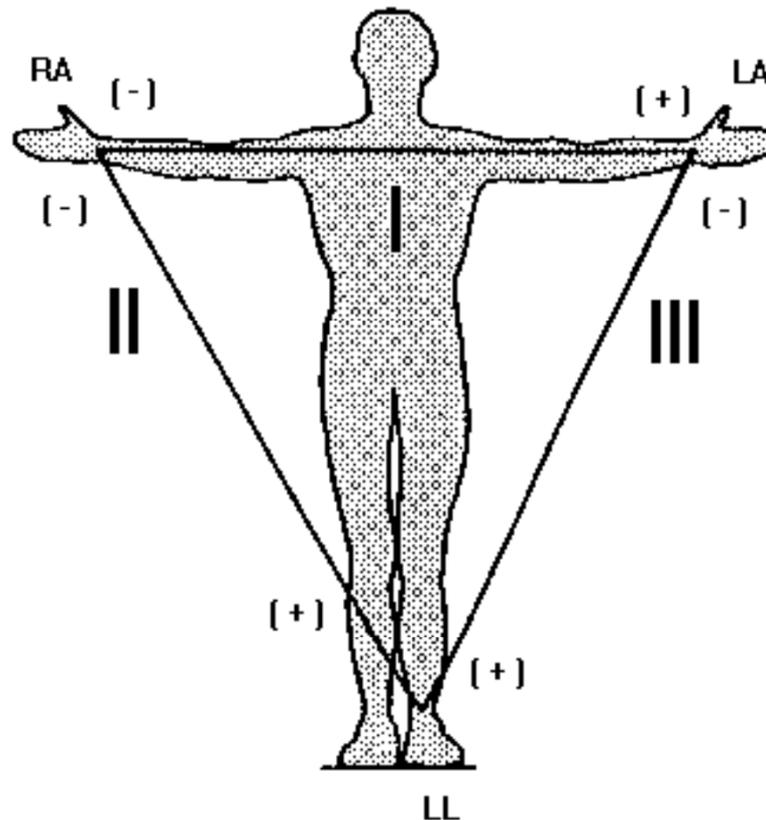
- Base:
  - Despolarização e Repolarização
  - Movimentação Iônica
  - Campo Elétrico
  - Captação sobre a Superfície da Pele

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

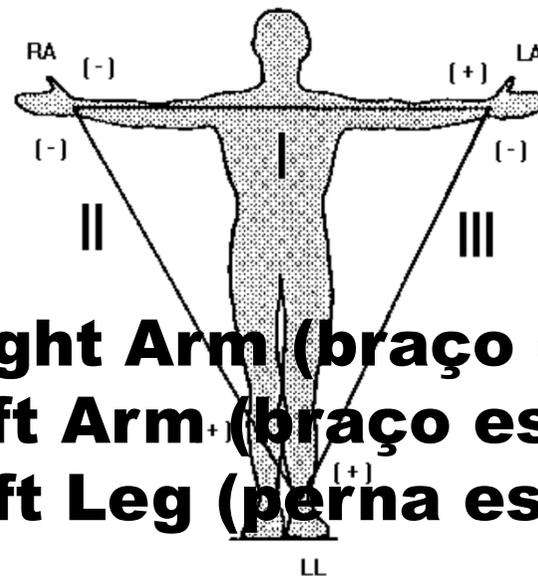
**Triângulo de Einthoven**

**Plano Frontal**



**As Derivações Bipolares: I, II e III**

## Eletrocardiografia

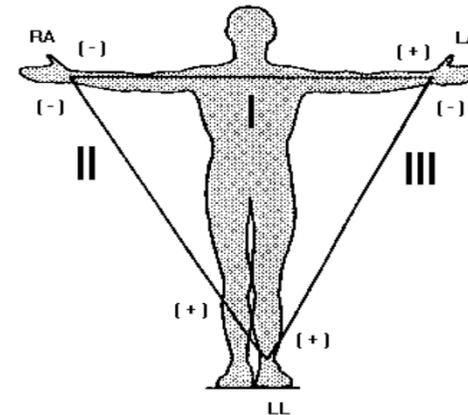


**RA → Right Arm (braço direito)**  
**LA → Left Arm (braço esquerdo)**  
**LL → Left Leg (perna esquerda)**

**R → Right (direito)**  
**L → Left (esquerdo)**  
**F → Foot (pé)**

## Eletrocardiografia

### Triângulo de Einthoven



**I : d.d.p entre braço esquerdo (LA) e braço direito (RA).**

**II : d.d.p entre perna esquerda (LL) e braço direito (RA).**

**III : d.d.p entre perna esquerda (LL) e braço esquerdo (LA).**

(Para diagnosticar diferentes arritmias cardíacas, lesão no músculo atrial ou ventricular)

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## DERIVAÇÕES BIPOLARES

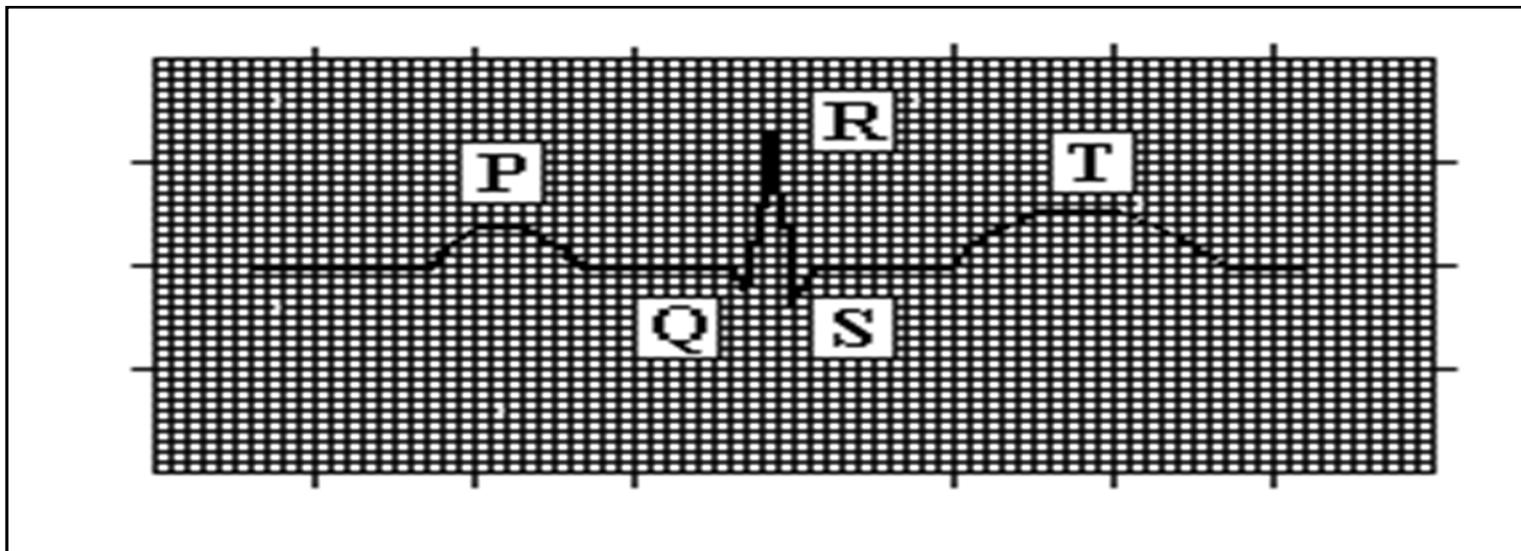
**I = LA - RA**

**II = LL - RA**

**III = LL - LA**

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia



### **Curvas P, Q, R, S e T**

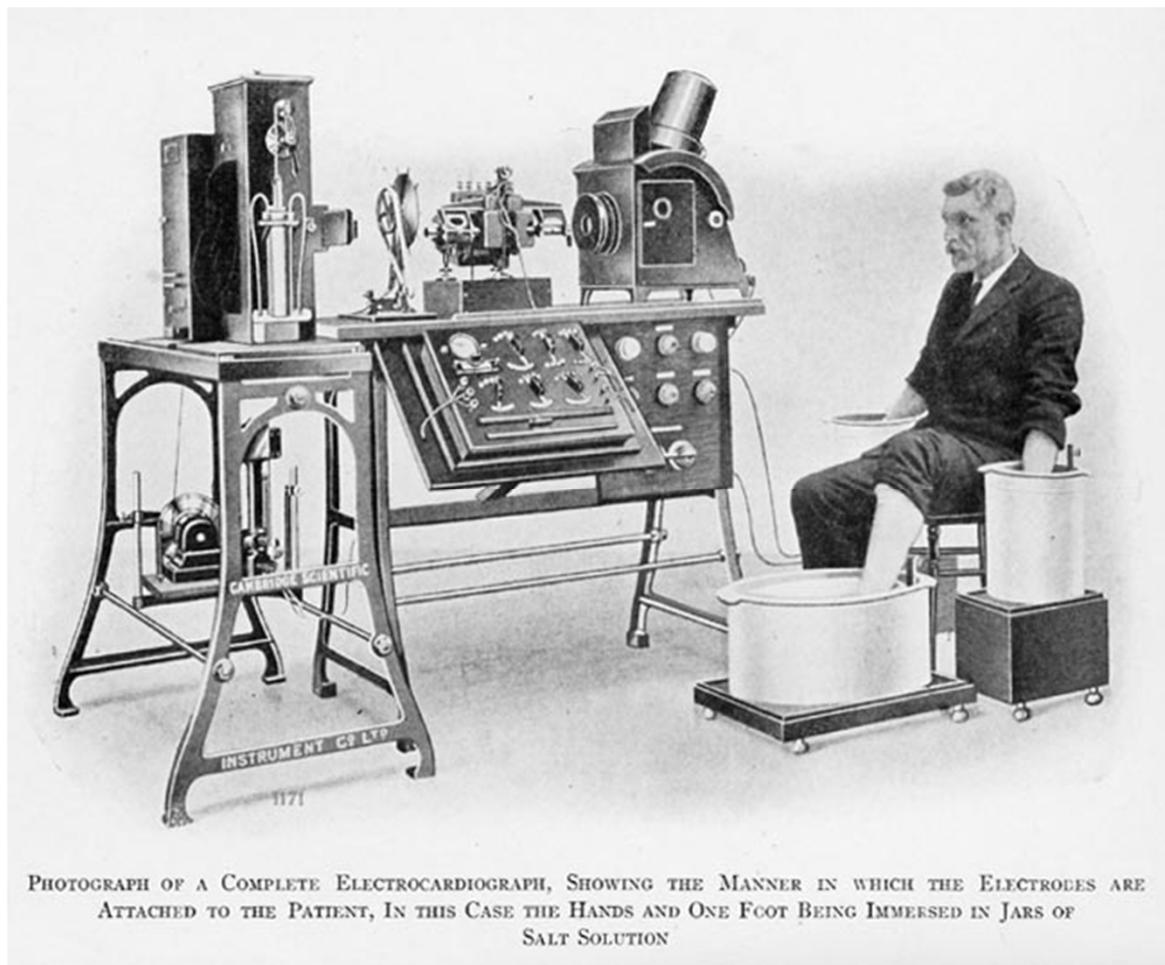
P: Despolarização atrial

QRS: Despolarização dos ventrículos, e repolarização atrial

T: Repolarização ventricular

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Primeiro Registro da Eletrocardiografia



Eletrocardiógrafo de Einthoven modificado, construído pela *Cambridge Scientific Instrument of London*, 1911.  
Fonte: (Revista Brasileira de Cardiologia, 2017).

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

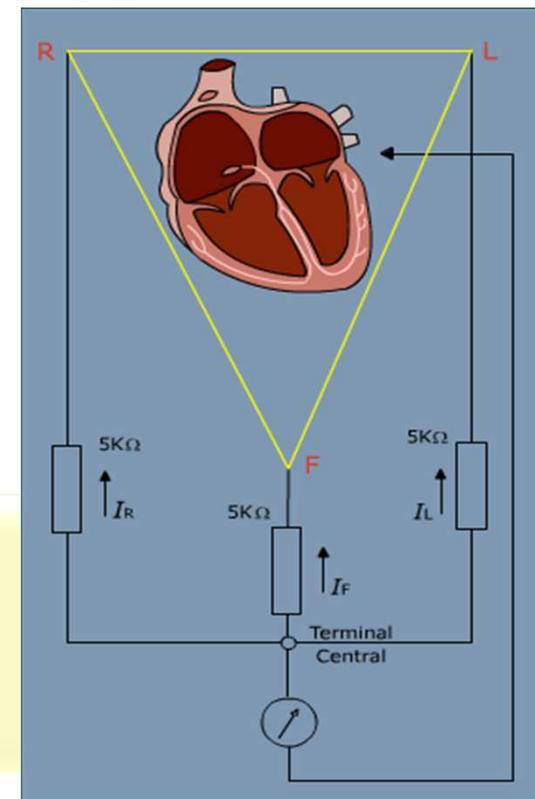
## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

- Em 1934, Wilson propôs um conjunto de derivações
- Diferença de potencial entre eletrodo explorador e o eletrodo indiferente (terminal)
- Utilizando a teoria de Einthoven criou o Terminal Central de Wilson (TCW)
- Eletrodo Explorador = Potencial Local
- Eletrodo Indiferente = Potencial Zero do TCW

**V : d.d.p entre eletrodo explorador e o TCW**

**onde:**

**V = tensão elétrica ou vetor**



Fonte: (Misodor, 2017).

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

### Derivações Unipolares (Plano Frontal)

**VR = diferença de potencial entre RA (R) e a média aritmética entre RA (R), LA (L) e LL (F)**

**VL = diferença de potencial entre LA (L) e a média aritmética entre RA (R), LA (L) e LL (F)**

**VF = diferença de potencial entre LL (F) e a média aritmética entre RA (R), LA (L) e LL (F)**

Fonte: (Adaptado de Revista de Medicina da USP, 1948)

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDÍOGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

### Derivações Unipolares (Plano Frontal)

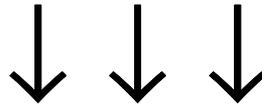
$$VR = RA - \frac{RA + LA + LL}{3};$$

$$VL = LA - \frac{RA + LA + LL}{3};$$

$$VF = LL - \frac{RA + LA + LL}{3}.$$

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Derivações Unipolares (Plano Horizontal)



Derivações Precordiais (precórdio é a porção do corpo sobre o coração e à esquerda da porção inferior do esterno)

$$V_X = v_X - \frac{RA + LA + LL}{3}$$

**onde:**

**x = 1 a 6**

**V<sub>x</sub> = derivação precordial**

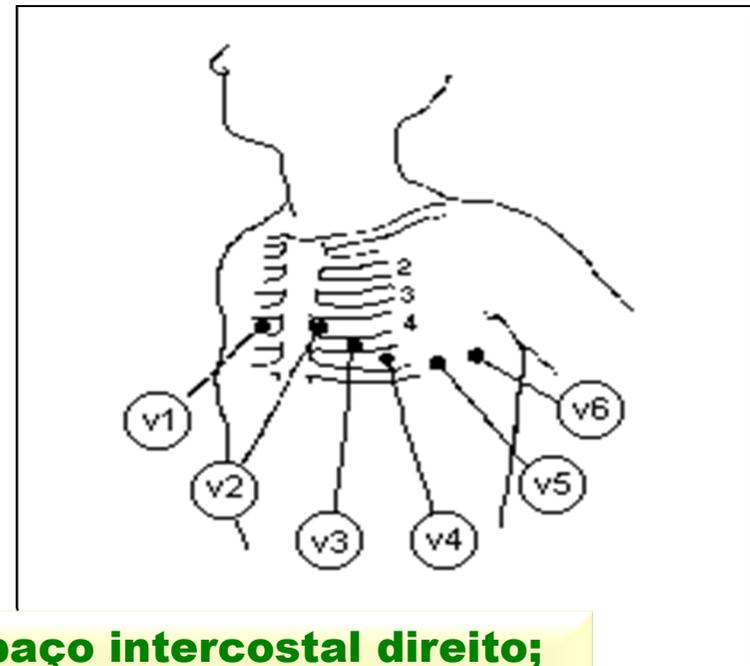
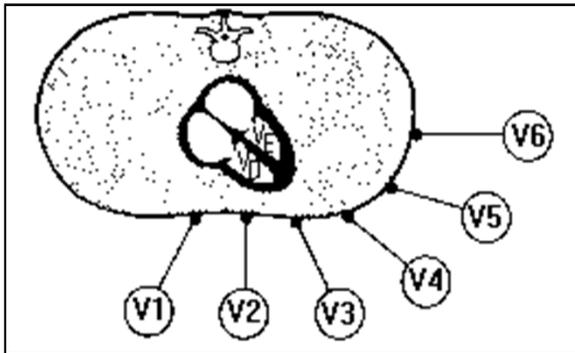
**v<sub>x</sub> = posição do eletrodo explorador no precórdio**

- Registra o P.E Musculatura Cardíaca
- Pequenas anormalidades dos ventrículos

# Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

## Derivações Precordiais

$$V_X = v_X - \frac{RA + LA + LL}{3}$$



- V1** - Borda direita do esterno no 4º espaço intercostal direito;
- V2** - Borda esquerda do esterno no 4º espaço intercostal esquerdo;
- V3** - Ponto médio entre V2 e V4;
- V4** - Interseção da linha hemiclavicular com o 5º espaço intercostal esquerdo;
- V5** - Interseção da linha axilar anterior esquerda com uma linha horizontal que passa por V4;
- V6** - Interseção da linha axilar média esquerda com uma linha horizontal que passa por V4.

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Outras derivações precordiais

$$V_X = v_X - \frac{RA + LA + LL}{3}$$

**V7** - Interseção da linha axilar posterior esquerda com uma linha horizontal que passa por V4 e V6

**V8** - Interseção da linha vertical que passa pelo ângulo da escápula com a linha horizontal que passa por V4 e V6

**V9** - Interseção da linha paravertebral com uma horizontal que passa por V4 e V6

**V3R** - Mesma posição de V3 à direita

**V4R** - Mesma posição de V4 à direita

**V5R** - Mesma posição de V5 à direita

**V6R** - Mesma posição de V6 à direita

**V7R** - Mesma posição de V7 à direita

**V8R** - Mesma posição de V8 à direita

**V9R** - Mesma posição de V9 à direita

**VxH** - Espaços intercostais acima da derivação x

**VxL** - Espaços intercostais abaixo da derivação x

## Derivações Unipolares

- **Em 1942, Goldberger modificou as três derivações unipolares do plano frontal: VR, VL e VF**
- **Acréscimo de 1,5 vezes em amplitude**
- **Resultado:**
- **As Derivações Unipolares Aumentadas**

**aVR = diferença de potencial entre RA (R) e a média aritmética entre LA (L) e LL (F)**

**aVL = diferença de potencial entre LA (L) e a média aritmética entre RA (R) e LL (F)**

**aVF = diferença de potencial entre LL (F) e a média aritmética entre RA (R) e LA (L)**

## Derivações unipolares aumentadas

$$aVR = RA - \frac{LA + LL}{2};$$

$$aVL = LA - \frac{RA + LL}{2};$$

$$aVF = LL - \frac{RA + LA}{2}.$$

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDÍOGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

### Derivações Unipolares Aumentadas

$$VR = RA - \frac{RA + LA + LL}{3}$$

$$aVR = RA - \frac{LA + LL}{2}$$

$$3 \cdot VR = 3 \cdot RA - (RA + LA + LL);$$

$$3 \cdot VR = 2RA - (LA + LL);$$

$$\frac{3}{2} \cdot VR = RA - \frac{LA + LL}{2};$$

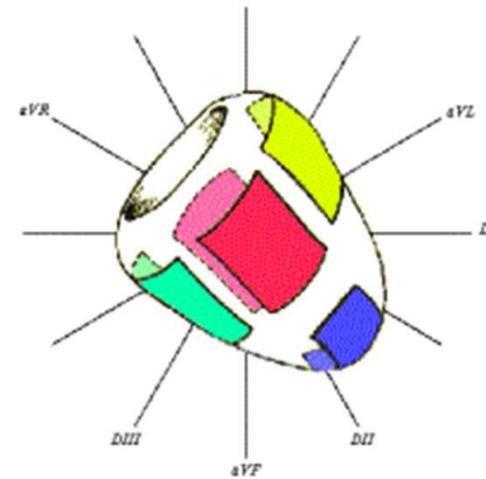
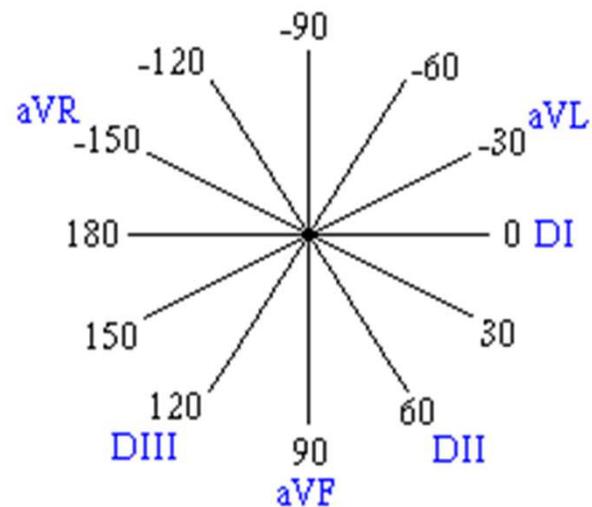
$$\frac{3}{2} \cdot VR = aVR;$$

$$1,5 \cdot VR = aVR$$

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

### Plano Frontal Sistema Hexagonal (Derivações Bipolares e Unipolares)



Fonte: (Duarte, 2017)

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Eletrocardiografia

**O Eletrocardiograma convencional é composto por 12 derivações:**

**I, II, III**

**aVR, aVL, aVF**

**V1, V2, V3, V4, V5, V6**

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

**Mas por que existem tantas derivações?**

• **Plano frontal**

• **Plano horizontal**

• **Derivações auxiliares**

**→ Mapeamento completo do coração**

• **I, II, III, aVR, aVL, aVF**

• **V1, V2, V3, V4, V5 e V6**

• **V7, V8, V9, V3R, V4R, V5R, V6R, V7R, V8R, V9R**

• **VxH, VxL**

• **Outras**

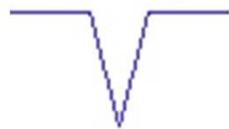
## Principais indicações do ECG:

- Avaliação de dor torácica, dispnéia, palpitações, tonturas ou desmaios;
- Avaliação do estado das câmaras cardíacas (sobrecarga, hipertrofia);
- Avaliação do ritmo cardíaco (aceleração, alentecimento, irregularidades - arritmias);
- Avaliação de bloqueios cardíacos (necessidade de marcapasso);
- Avaliação de isquemia miocárdica (falta de circulação coronariana adequada);
- Avaliação da implicação de diversas doenças ou medicamentos sobre o coração.

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## ECG Normal:

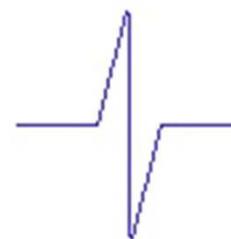
- Onda P positiva em derivações inferiores (D2, D3 e aVF) e precordiais (V2 a V6), negativa em aVR, e frequentemente, isodifásica em V1.
- Cada onda P deve ser seguida por um complexo QRS.
- O intervalo RR deve ser constante.
- O intervalo PR deve ser igual ou superior a 0,12 segundos.
- A Frequência Cardíaca deve ser entre 60 e 100 batimentos por minuto.



*Negativa*



*Positiva*



*Isodifásica*

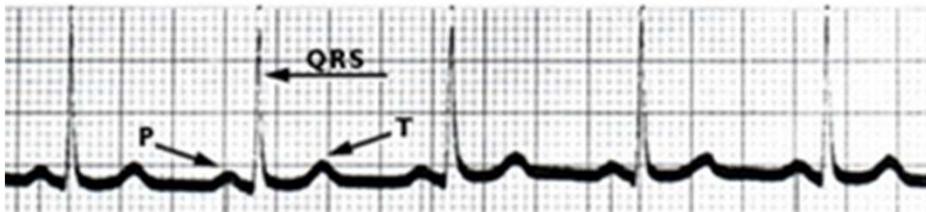
# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## ECG Anormal:

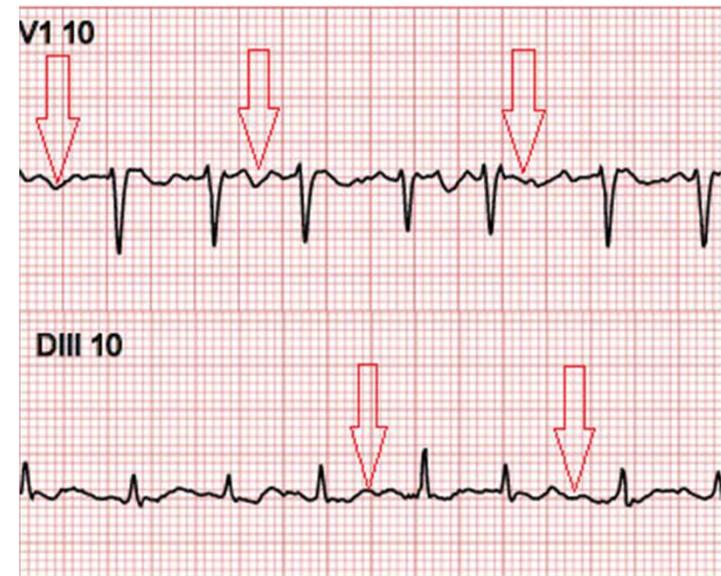
ECG: Ventricular Fibrillation



ECG: Normal Heartbeat



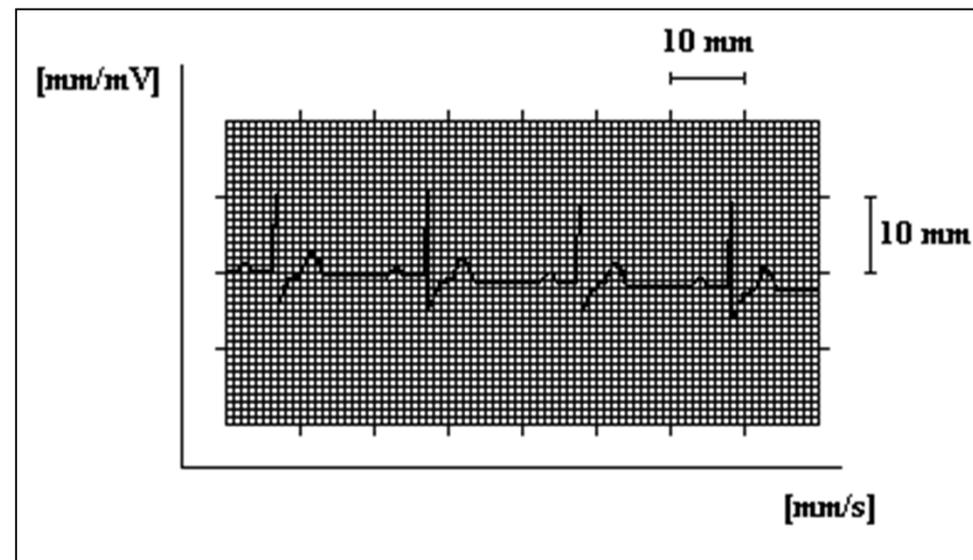
Fibrilação Ventricular – Alteração do complexo QRS



Fibrilação Atrial – Ausência da onda P

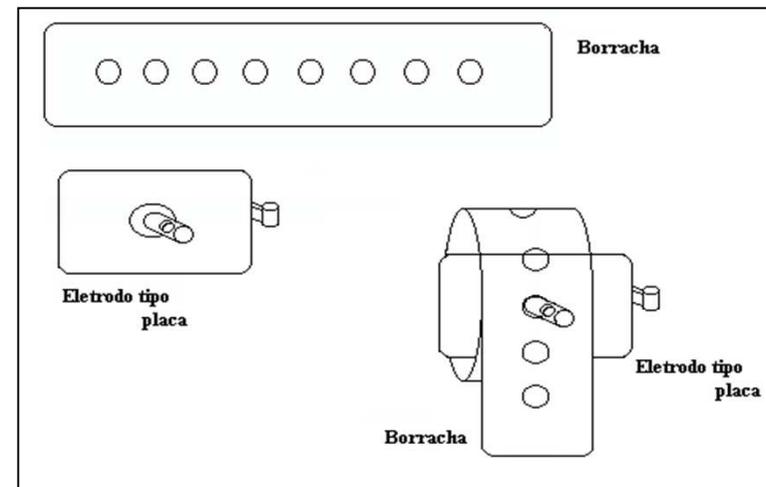
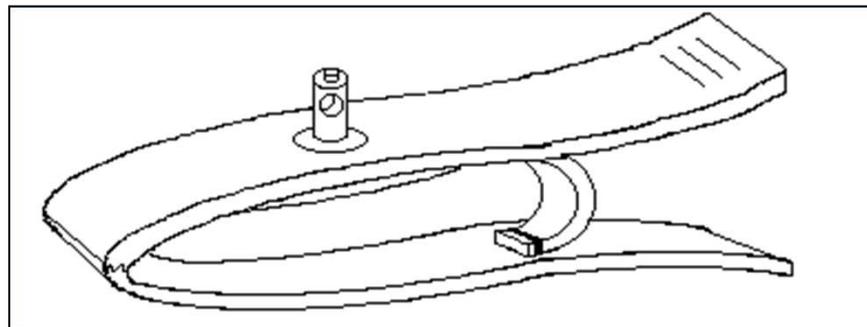
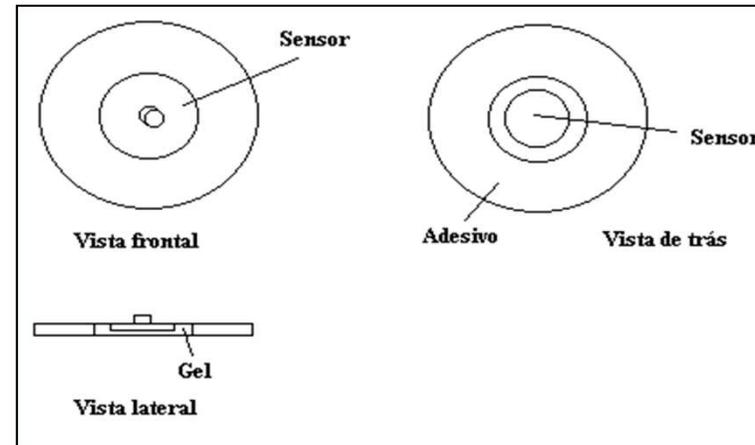
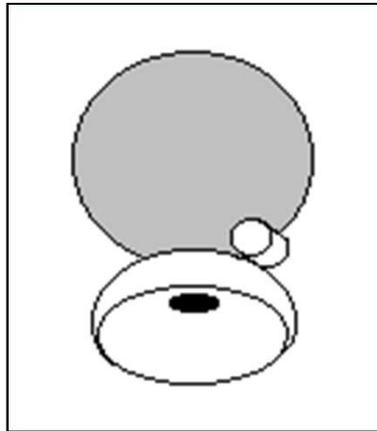
## Princípio de Funcionamento

- **Captação de sinais elétricos provenientes do coração sobre a pele**
- **Apresentar estes sinais para a interpretação clínica**



# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Os Eletrodos



## O Cabo de Paciente

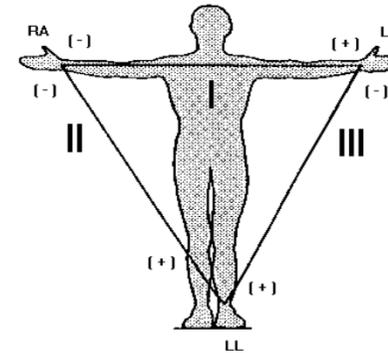
- **Faz a ligação do paciente ao equipamento**
- **Composto por conjunto de cabos, denominados vias.**
- **Vias possuem nomenclatura idêntica às posições dos eletrodos:**
  - **RA, LA, LL, V1, V2, V3, V4, V5 e V6**
- **Em todos os cabos existe uma via adicional:**
  - **RL (Right Leg: Perna Direita) ou N (Neutro)**

**RL (perna direita) Referência das d.d.p.'s medidas, não aparece na composição das derivações**

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## O Cabo de Paciente

**Cabo com 3 vias**



### **a) Sem RL**

**Composto pelas vias: RA, LA e LL;  
Três derivações bipolares { I, II, III }**

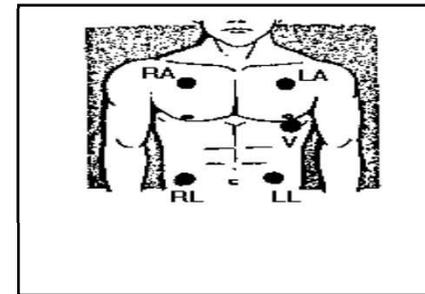
### **b) Com RL**

**Composto pelas vias: RA, LA e RL;  
Uma derivação bipolar { I }**

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDÍOGRAFO

## O Cabo de Paciente

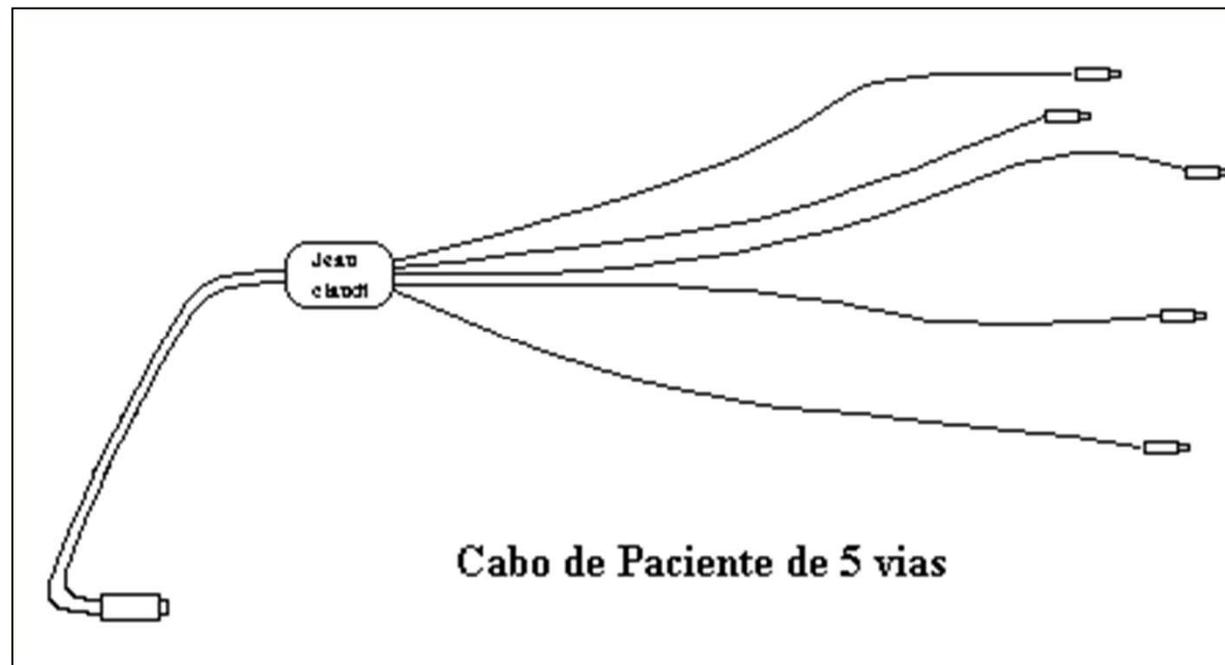
**Cabo com 5 vias**



- Composto pelas vias: RA, LA, LL, RL e V
- As precordiais são obtidas deslocando-se o eletrodo V pelo tórax
- Obtêm-se todas as derivações  
{I,II,III,aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6}

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

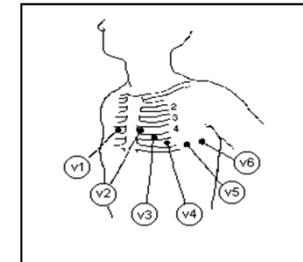
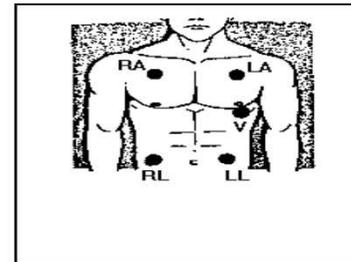
## O Cabo de Paciente



# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## O Cabo de Paciente

**Cabo com 10 vias**



- Composto pelas vias: RA, LA, LL, RL, V1, V2, V3, V4, V5 e V6;
- Utilizado em eletrocardiógrafos com registro automático.
- Obtêm-se todas as derivações {I à V6}

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Cabo do Paciente



# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Cabo do Paciente

### Padrão de cores

Eletrodos	IEC (Europa)	AHA (Estados Unidos)
RA (R)	VERMELHO	BRANCO
LA (L)	AMARELO	PRETO
LL (F)	VERDE	VERMELHO
RL (N)	PRETO	VERDE
V (C)	BRANCO	Marrom

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Sensibilidade

**Relação entre a amplitude do registro do sinal registrado (mm) e a amplitude do sinal captado (mV)**

•5 mm/mV

•10 mm/mV

•20 mm/mV



•0,5 ou N/2

•1 ou N

•2 ou 2N

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Monitor Cardíaco: Velocidade

### Velocidade de Apresentação do Sinal Captado



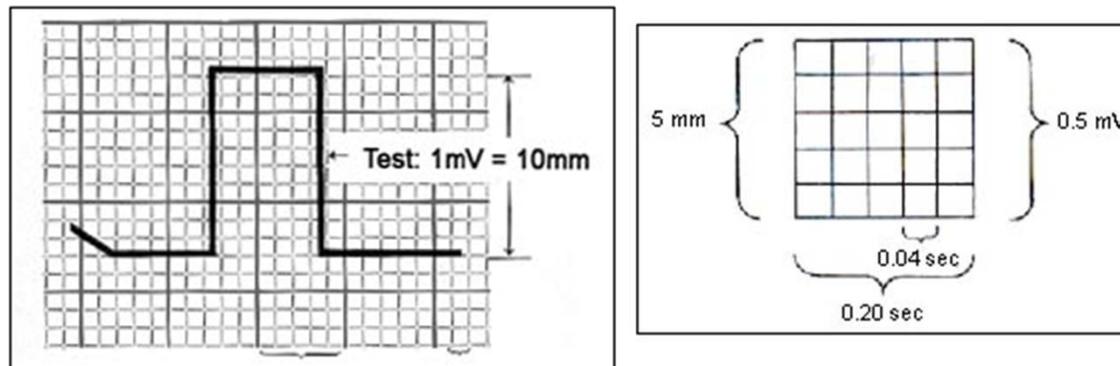
•50 mm/s

•25 mm/s

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Sinal de 1mV

**Sinal de referência gerado pelo equipamento**



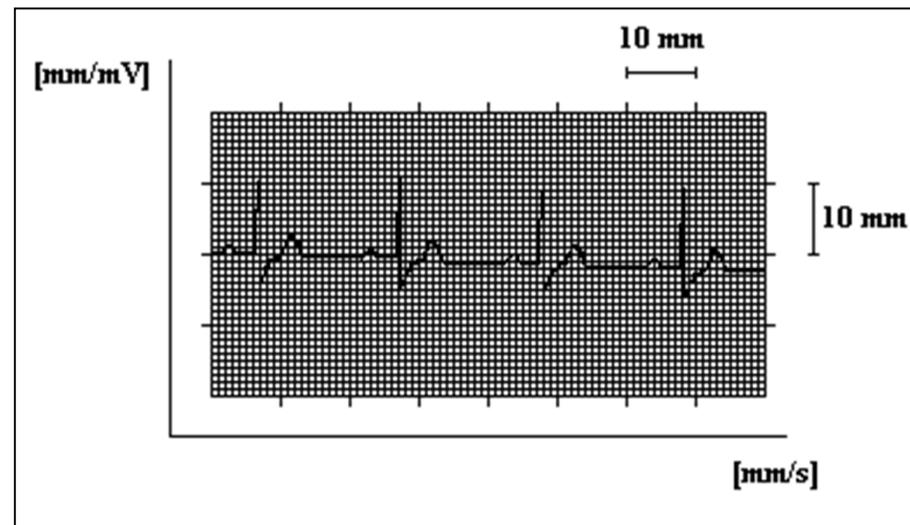
**Sinais de 1mV (Sensibilidade de 10mm/mV)**

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Apresentação do Sinal Captado

**Eletrocardiógrafo: Papel Milimetrado**

**Monitor Cardíaco: Tela (Monitor, Display)**



## Classificação dos Eletrocardiógrafos

- Quanto ao funcionamento

  - Automático

  - Manual

- Quanto ao tipo de impressão

  - Estilete

  - Impressora térmica

  - Caneta

- Quanto ao número de canais

  - Monocanal

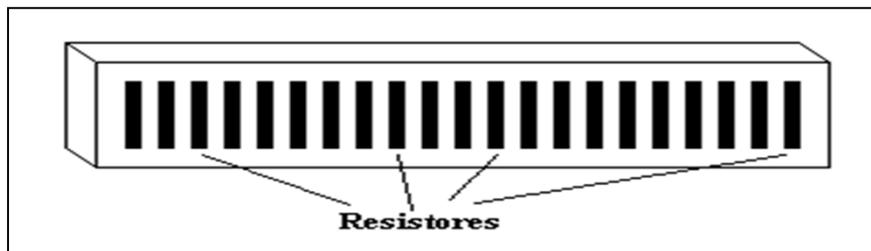
  - Multicanal

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

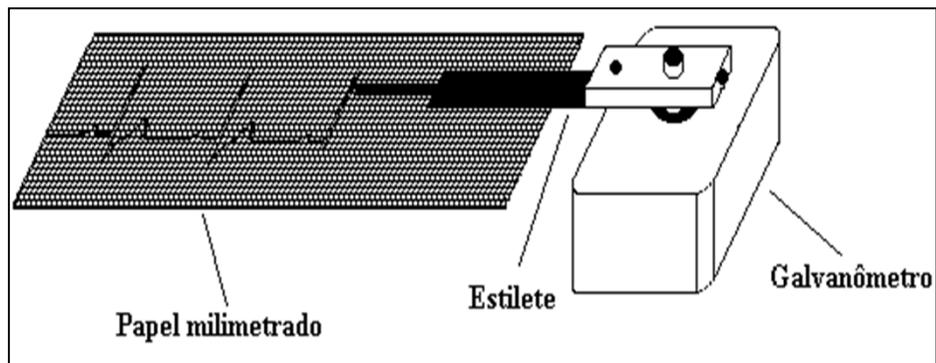
Quanto ao tipo de impressão

Estilete térmico    Impressora térmica    Caneta

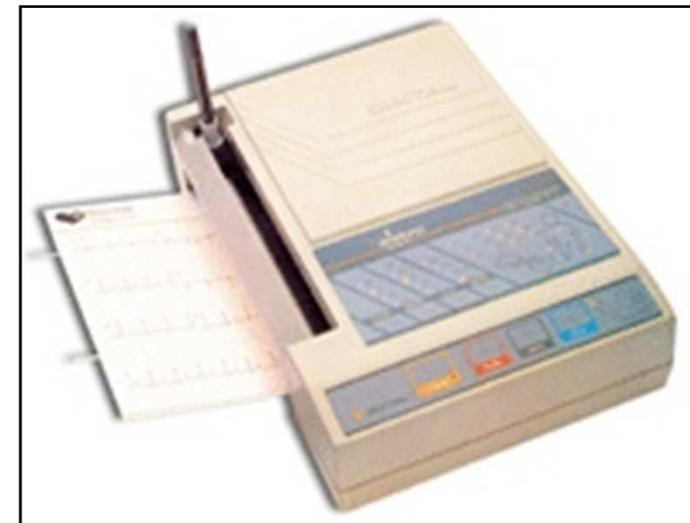
## Cabeça Térmica



## Estilete Térmico



## Caneta



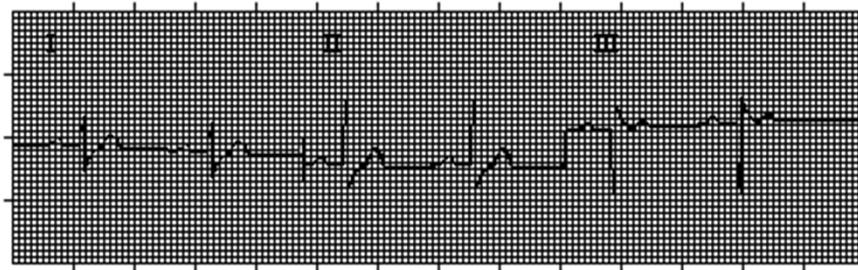
O sistema térmico direto DT funciona com a cabeça térmica da impressora aplicando calor diretamente sobre o papel térmico que tem a característica de escurecer com o calor. É o mesmo método utilizado nas primeiras máquinas de fax.

# CLASSIFICAÇÃO DE ELETROCARDÍOGRAFO

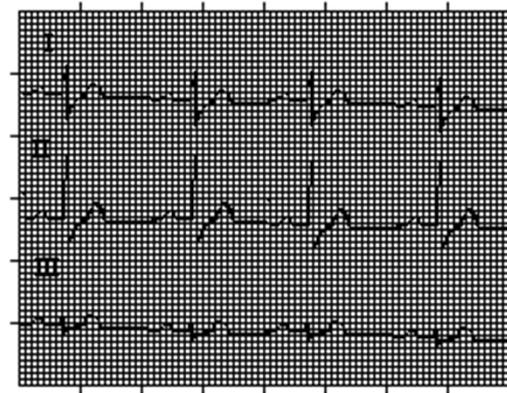
**Quanto ao número de canais**

**Monocanal**

**Multicanal**



Parte de um exame de eletrocardiograma monocanal



Parte de um exame de um eletrocardiograma de 3 canais

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Diferença entre Eletrocardiógrafo e Monitor Cardíaco

### Eletrocardiógrafo

**Registro do Eletrocardiograma**

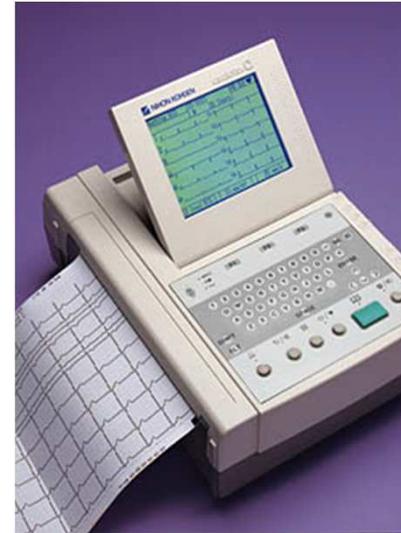
**Diagnóstico**

### Monitor Cardíaco

**Visualização do Eletrocardiograma**

**Informação da Frequência Cardíaca**

# ELETROCARDIÓGRAFOS



Eletrocardiografia

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO



- Modelo Portatil Wide Screen
- Tecnologia digital de impressão simultânea das 12 derivações
- Tecnologia integrada : eletrocardiógrafo portátil + armazenamento de dados + monitor de ECG + gerenciador de banco de dados (opcional)
- Não requer computador para coleta de exames. Os dados são armazenados para posterior transferência para o PC
- Memória interna para armazenamento de até 100 registros de ECG para posterior impressão e comunicação via USB (pen drive) ou transferência através de rede ethernet
- Compacto e leve com bateria interna recarregável de lítio de alta capacidade e funcionamento em AC 110/220V
- impressora térmica
- Custo aproximado de R\$ 9.000,00

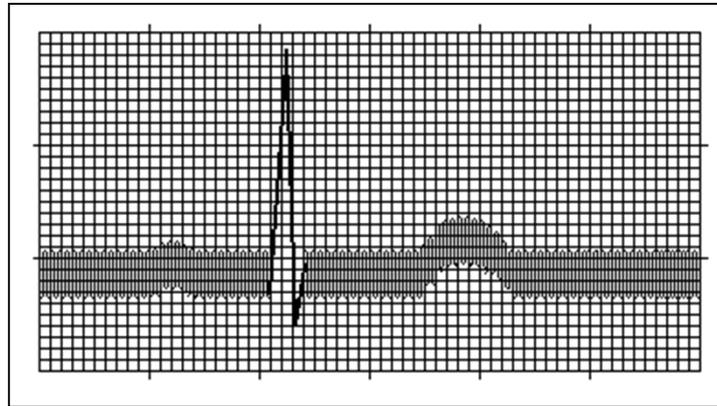
# MONITORES CARDÍACOS



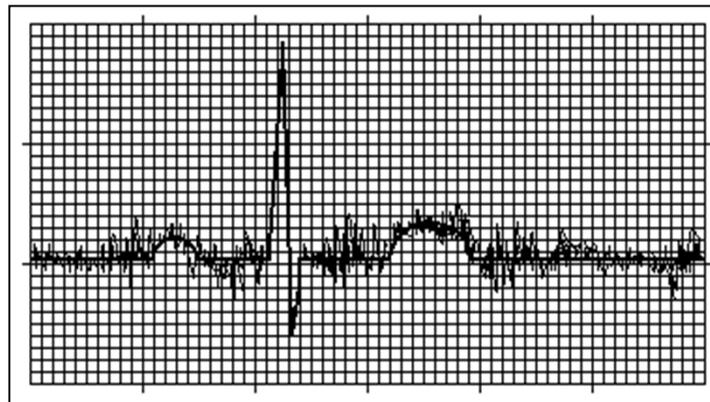
# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDÍOGRAFO

## Segurança na operação

### Problemas no traçado



**Sinal de ECG com interferência da rede elétrica**



**Sinal de ECG com interferência de atividade muscular**

## Riscos Envolvidos

- Diagnóstico Inadequado;
- Medicação inadequada;
- Falta da Medicação Adequada;
- Realização de outros exames (Cateterismo, Teste de Esforço, Ecocardiograma, etc);
- Gastos Desnecessários;
- Comprometimento da Saúde do Paciente;
- Risco de Vida;

## Conhecimento do Operador

Para proporcionar:

**SEGURANÇA NA REALIZAÇÃO DO EXAME**

O Operador deve:

- Verificar condições do cabo de paciente;
- Anotar os parâmetros selecionados na operação;
- Condicionar o paciente em repouso e relaxado, já que quaisquer movimentos musculares podem alterar o registro;
- Estabelecer um contato adequado entre a pele e o eletrodo;
- O paciente e o equipamento devem possuir um ponto de referência. Essa ligação faz-se através da perna direita.

## Segurança na operação

**O Engenheiro Biomédico deve:**

- Gerenciar a tecnologia de forma adequada
- Realização de programas de manutenção preventiva
- Oferecer treinamento adequado aos operadores da tecnologia

## Exercícios

1) Utilizando o simulador de batimentos, cabo de paciente e o módulo ECG do monitor multiparâmetro, obtenha:

- Derivações bipolares, unipolares do plano frontal e precordiais;
- Configuração do alarme para a faixa de 55 a 100 bpm;
- Ganho 2N; e
- Velocidade de 25 mm/mv alternando para 50 mm/mv .

2) Utilizando o artigo da Revista de Medicina da USP (1948), apresente as deduções das equações relativas as derivações unipolares do Terminal Central de Wilson e, também, as deduções das derivações unipolares aumentadas. Artigo disponível em: <[goo.gl/gSPPYm](http://goo.gl/gSPPYm)>.

A apresentação está disponível em: <[goo.gl/bYugTK](http://goo.gl/bYugTK)>.

# MONITOR CARDÍACO E ELETROCARDIÓGRAFO

## Bibliografia

Andreão, V. (2004), Segmentation de Battements ECG Par Approche Markovienne: Application La Decton Dischémies, PhDthesis, **Institut Nationaldes Télécommunications Dans Le Cadrede Lécole Doctorale.**

Duarte, D. Curso de Eletrocardiografia. Disponível em : <<http://ecg.med.br/derivacoes.asp>>. Acessado em: 02/10/2017.

*One Heart Connection* (OHC). Disponível em: <<http://www.oneheartconnection.com/be-aware-of-storing-your-hand-held-electronics/>>. Acessado em: 03/10/2017.

Moreira, A M N Lima e H Neff. Influence of Temperature Effects on Sensitivity of Surface Plasmon Resonance Sensors, **Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings**, pp. 170-175, 2008.

**Revista Brasileira de Cardiologia.** Disponível em: <<http://www.rbconline.org.br/artigo/a-evolucao-do-eletrodo-no-registro-dos-potenciais-eletricos-cardiacos-um-pouco-de-historia/>>. Acessado em 03/10/2017.

Souza, Gustavo Rodrigues. **Termistores – NTC e PTC.** Engenharia Elétrica – UFPR.

Misodor. Disponível em<<http://www.misodor.com/ELETROCARDIOGRAMA.php>>. Acessado em: 04/10/2017.

WELCH Allyn. **Capnography, mainstream and sidestream modules.** Beaverton, USA: Welch Allyn, 2003.

Wikimidia Commons. 2007. Disponível em:

<[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram\\_of\\_the\\_human\\_heart\\_\(cropped\)\\_pt.svg?uselang=pt](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_of_the_human_heart_(cropped)_pt.svg?uselang=pt)>. Acessado em: 04/10/2017.