

### 3 Estetoscópios.

#### 3.1. Contextualização Histórica.

No fim do século XVIII o exame físico foi melhorado com a introdução da auscultação direta do tórax introduzido pelo médico austríaco Leopold Auenbrugger [14]. A auscultação do tórax permitia ao médico obter informações sobre os batimentos cardíacos dos pacientes, mas esbarrava no incômodo de encostar o ouvido no tórax do paciente, fato que se mostrava desconfortável ou inapropriado se o paciente fosse do sexo feminino. Uma outra dificuldade decorrente era o fato que, para pacientes obesos, a auscultação se tornava uma tarefa difícil.

Em 1816 o médico francês René Theophile Hacinthe Laënnec, durante um exame clínico a uma senhora, teve a idéia de enrolar uma folha de papel bem apertada e colocar seu ouvido numa das extremidades deixando a outra extremidade livre para ser encostada no paciente. Dessa forma, não só era evitado o contato indesejado com a paciente, como os sons se tornaram muito mais audíveis [14]. Era criada assim a idéia fundamental do estetoscópio [do grego *stêthos* (peito) *skopéo* (olhar)].

Laënnec substituiu o seu protótipo de papel enrolado por um cilindro oco de madeira. (Figura 14).



Figura 14 - Réplica do estetoscópio criado por Laënnec, que se encontra atualmente no Museu da Academia Nacional de Medicina. Fonte: (figura retirada de [www.anm.org.br/secao.phtml?ctx\\_cod=2&name=museu](http://www.anm.org.br/secao.phtml?ctx_cod=2&name=museu) em junho de 2005).

O instrumento de Laënnec revolucionou a clínica. Na verdade, o estetoscópio pensado por Laënnec foi tão bem sucedido que, hoje em dia, ele é o símbolo mais efetivo do trabalho médico.

Desde que foi inventado, o estetoscópio sofreu várias modificações. (Figura 15).



Figura 15 - Modelos de estetoscópios propostos após Laënnec. Fonte: (De Bishop, P.J., in Tikian & Conover, 1991, p. 5.)

Em 1828, um estetoscópio monoauricular parcialmente flexível foi proposto e desenvolvido em 1851, com a introdução de tubos de látex. Esse novo modelo já era para uso biauricular, e muito semelhante aos estetoscópios modernos. Em 1901, foi introduzida uma câmara rasa ocluída por uma membrana rígida (diafragma).

### **3.2. Estetoscópio convencional.**

Atualmente os estetoscópios se dividem, basicamente, em duas categorias: os convencionais (ou mecânicos) e os eletrônicos.

O estetoscópio convencional segue os princípios dos estetoscópios do século XIX, nos quais a amplificação do som é feita por um tubo ressonante (figura 16). É composto por um tubo flexível de látex, em formato de Y, extensores, olivas que se encaixam no ouvido, e um receptor o qual pode ser de dois tipos, campânula ou diafragma [9].

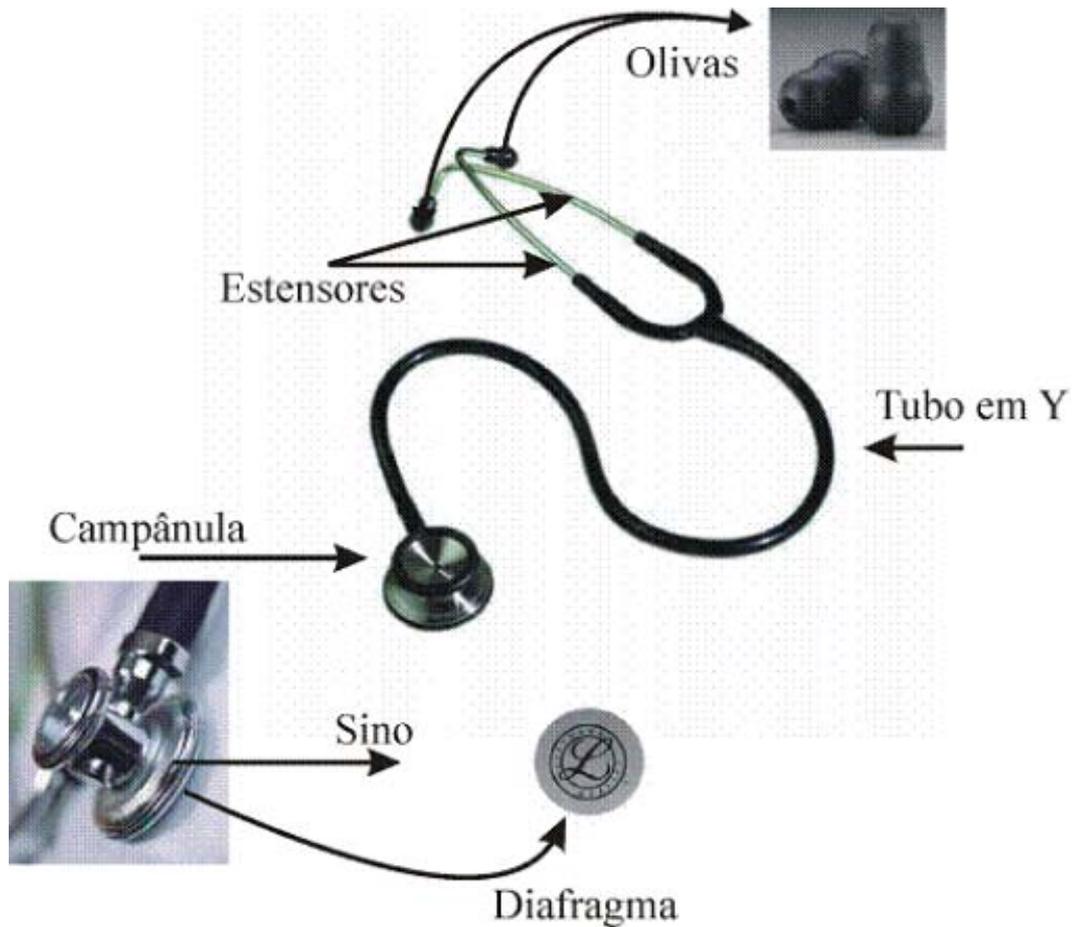


Figura 16 - Estetoscópio mecânico e seus componentes. Fonte: (figura montada com base em fotos obtidas no site [www.3m.com/br/hospitalar](http://www.3m.com/br/hospitalar))

A campânula é, formada de uma câmara rasa, aberta na parte que tem contato com a pele do paciente (figura 17a). O receptor tipo diafragma é composto de uma câmara rasa, com a extremidade que se encosta ao paciente fechada por uma membrana (figura 17b).

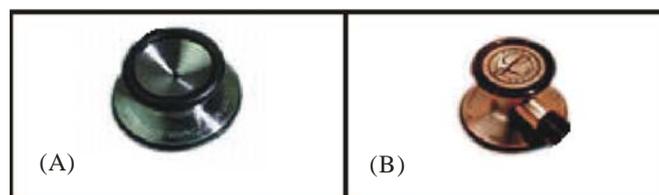


Figura 17 - Tipos de receptores de sons (sino) em estetoscópios. Em (a) pode-se observar o receptor do tipo campânula e em (b) o tipo diafragma. Fonte: (figura montada com base em fotos obtidas no site [www.3m.com/br/hospitalar](http://www.3m.com/br/hospitalar)).

### **3.3. Amplificação do som através do estetoscópio convencional.**

As vibrações sonoras oriundas do tórax se propagam até a superfície do corpo, atingindo o estetoscópio. No caso do estetoscópio de diafragma, essa vibração é transmitida para a membrana rígida que entra em um estado de ressonância, ou seja, passa a vibrar com mais intensidade, funcionando como um amplificador [9].

No estetoscópio de campânula, uma vez que não há membrana, a superfície da pele funciona como tal. Mais uma vez se dará a ressonância, dessa vez da pele, amplificando o som.

Uma mesma membrana pode entrar em ressonância para uma série de frequências [9]. Os fatores que influenciam o valor das frequências de ressonância são descritos a seguir.

### **3.4. Determinantes das frequências de ressonância dos receptores de estetoscópio.**

#### **3.4.1. Características da membrana.**

Algumas propriedades da membrana deslocam as frequências de ressonância para baixo (baixas frequências) ou para cima (altas frequências). Essas características de interesse e a sua influência são listadas a seguir [9]:

- **Diâmetro.**

Quanto maior o diâmetro da membrana ou da campânula (dependendo do tipo de estetoscópio), menor será o valor das frequências de ressonância, ou seja, diâmetros maiores favorecem as baixas frequências (filtro passa baixa). Quanto menor o diâmetro, maior o valor das frequências de ressonância (filtro passa alta).

- Pressão

Em situações em que a membrana (diafragma ou pele do paciente) está submetida a uma grande pressão, mais elevados serão os valores das frequências de ressonância da mesma (filtro passa alta). A redução da pressão sobre a membrana favorece as frequências mais baixas (filtro passa baixa).

Dessa forma, é possível variar a gama de frequências de ressonância mudando-se a pressão e/ou o diâmetro da membrana. No caso dos estetoscópios de campânula, podem-se variar frequências de interesse apenas ajustando-se a pressão dos mesmos contra a pele do paciente.

### 3.4.2. Características do receptor sonoro (sino).

A forma do sino também altera as frequências de ressonância. Quanto maior for o valor do seu volume interno, mais alta será a sua frequência de ressonância.

Ainda em relação ao tamanho do sino, é importante salientar que se deve observar um volume mínimo de modo a não permitir que, no caso de exame em pessoas obesas, o seu interior não seja preenchido pelo tecido do paciente. O volume reduzido também é importante, uma vez que quanto menor o volume de ar dentro do sistema do estetoscópio, maior a variação de pressão sentida [9].

### 3.5. Eficiência dos estetoscópios com relação às dimensões dos tubos flexíveis e olivas.

O calibre e o comprimento do tubo flexível influem diretamente no desempenho do estetoscópio. Isto porque, como as variações de pressão no ouvido (produzidas pelo movimento da pele ou do diafragma) são inversamente proporcionais ao volume interno do estetoscópio, tem-se que um volume mínimo acarreta pressões máximas e, em consequência, sons de máxima intensidade.

$$Intensidade \propto \frac{1}{Volume} \quad (1)$$

Entretanto o estreitamento dos tubos pode aumentar o atrito que o ar experimenta ao se deslocar no seu interior.

Da mesma forma tubos muito compridos diminuem a eficiência do estetoscópio. Experimentalmente foi mostrado [9] que, abaixo de 100Hz, a eficiência do estetoscópio não é afetada pelo comprimento do tubo, mas entre 100Hz e 1000Hz a sua eficiência diminui caso o seu comprimento aumente.

As olivas de borracha que se ajustam no canal auditivo são importantes para manter o ouvido livre de ruídos externos. Caso haja vazamento de ar do estetoscópio pelas olivas, a intensidade dos sons é reduzida.

### **3.6. Estetoscópios Eletrônicos.**

Os estetoscópios eletrônicos apresentam uma forma muito similar à dos convencionais. Eles são compostos por um sino fechado por um diafragma, e possuem tubos em forma de Y, extensores e olivas de borracha. A principal diferença é determinada pela presença de dispositivos eletrônicos, inseridos no seu interior, que se encarregam de amplificar e filtrar as vibrações sonoras captadas pelo diafragma.

Em virtude disso, são capazes de gerar sons de saída com uma intensidade até 18 vezes maior que os convencionais.

Os estetoscópios eletrônicos podem fornecer, além do sinal sonoro característico, uma saída para sinais fonográficos. Esse tipo de informação se caracteriza por uma apresentação gráfica da vibração sonora. Os dados são organizados por amplitude da vibração em função do tempo.

Esses registros possibilitam a análise da condição do paciente de forma mais quantitativa, permitindo o acesso a dados que não podem ser percebidos devido às limitações da fisiologia auditiva humana (figura 18).

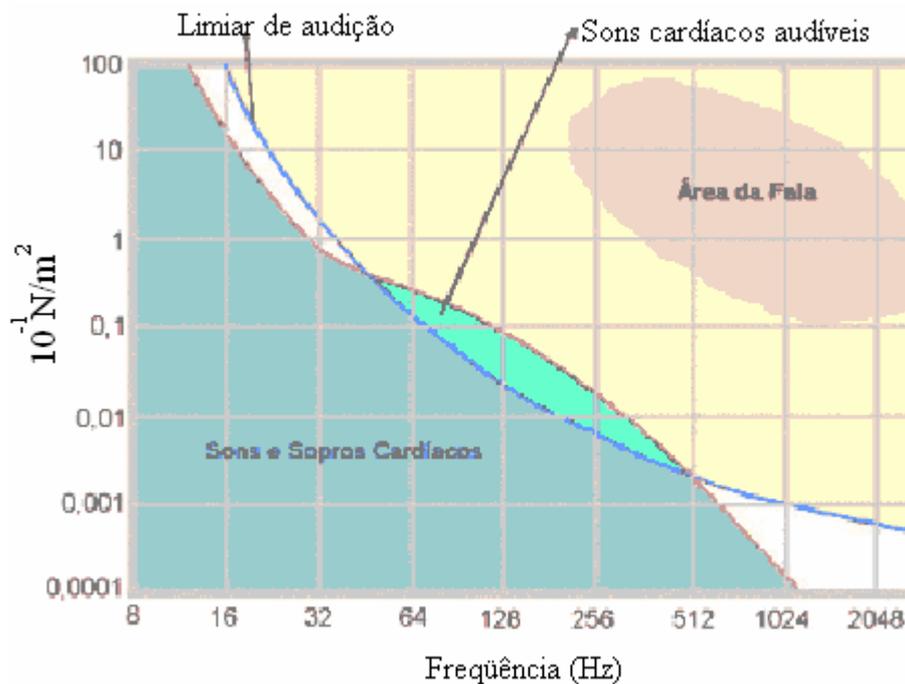


Figura 18 - Representação da sensibilidade auditiva em relação á freqüência e a amplitude da vibração sonora cardíaca. Fonte: (figura adaptada de, AHANG et al,1998)

Entretanto, apesar de se mostrar mais sensível e eficiente, o estetoscópio digital apresenta uma grande desvantagem, o custo. Toda a eletrônica presente no equipamento faz com que o seu preço seja muito superior aos estetoscópios convencionais. Pode-se ter uma idéia dessa diferença observando-se a figura 19.

#### Preço de estetoscópio por tipo

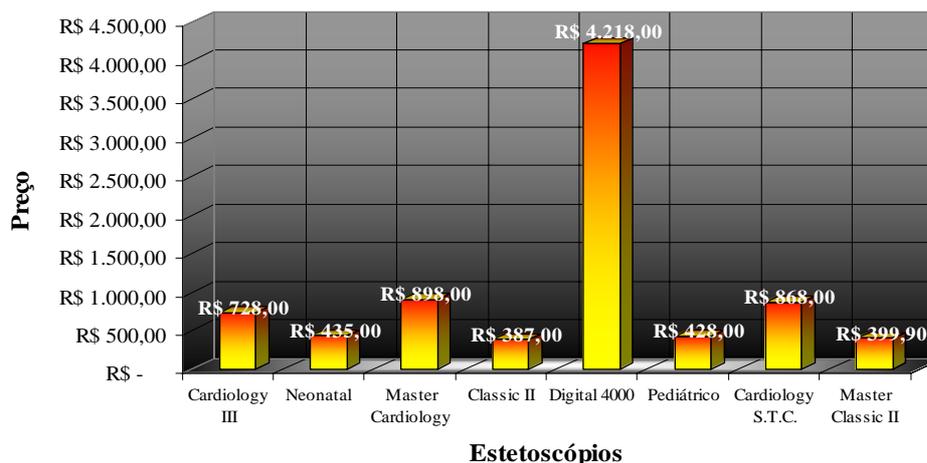


Figura 19 - Custos de sete estetoscópios convencionais e um digital pertencentes à mesma marca. Fonte: (gráfico montado com informações obtidas na loja, MEDICAL METTLER MATERIAL MÉDICO LTDA em janeiro de 2006)