

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES**  
**ROGELIO APARECIDO DA SILVA**

***Desenvolvimento de um Sistema de alerta Eletroóptico  
Residencial para auxiliar os Portadores de Deficiência  
Auditiva***

Mogi das Cruzes, SP

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES – UMC  
NÚCLEO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – NPT  
ROGELIO APARECIDO DA SILVA**

***Desenvolvimento de um Sistema de alerta Eletroóptico  
Residencial para auxiliar os Portadores de Deficiência  
Auditiva***

Dissertação apresentada à comissão de pós-graduação da Universidade de Mogi das Cruzes, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

**Prof. Orientador: Dr. Jean-Jacques Bonvent**

Mogi das Cruzes, SP

2006

## FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Silva, Rogelio Aparecido

Desenvolvimento de um sistema de alerta eletro-  
Óptico residencial para auxiliar os portadores de  
deficiência auditiva / Rogelio Aparecido da Silva. -- 2006.

62 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) -  
Universidade de Mogi das Cruzes, 2006.

Área de concentração: Instrumentação Biomédica

Orientador : Prof. Dr. Jean-Jacques Bonvent

1. Surdez 2. Deficiência auditiva 3. Sistema de  
alerta 4. Eletro-óptico

CDD 617.8

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO  
EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

No dia 16/03/06 o candidato *Rogelio Aparecido da Silva*, após realizar os créditos exigidos, ser aprovado no exame de Proficiência em Inglês, e no exame de Qualificação, apresentou o trabalho "*Desenvolvimento de um sistema de alerta eletroóptico residencial para auxiliar aos deficientes auditivos*" para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Os membros da banca consideram o candidato:

Dr. Sérgio Santos Mühlen  
Dr<sup>a</sup> Annie France Frère Slaets  
Dr. Jean Jacques Bonvent

**Conceito**


APROVADO

APROVADO

APROVADO

  
Dr. Sérgio Santos Mühlen  
Universidade Estadual de Campinas

  
Dr<sup>a</sup> Annie France Frère Slaets  
Universidade de Mogi das Cruzes

  
Dr. Jean Jacques Bonvent  
Universidade de Mogi das Cruzes

**Às pessoas que mais amo e que tenho o maior respeito:  
minha mãe Maria de Lourdes, meu pai Benedicto, o meu  
irmão José Maria, minhas irmãs Roseli, Rosângela,  
Rosana e Rosy, meus cunhados Sérgio, Luís e Adilson,  
meu primo Cláudio, meus sobrinhos Robson, Rodrigo,  
Lucas, Débora e Luís Guilherme, minha namorada Ivana  
e para Rebecca que não é ser humano, mas é da família.**

## **Minha dedicatória ao . . .**

**Professor Doutor Jean-Jacques Bonvent, pela  
tarefa de aceitar e conduzir a orientação dos  
meus estudos, sendo muito compreensivo em  
diversas vezes e muito mais, um grande amigo.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por tudo que consegui na vida, em momentos difíceis que Ele me ajudou e me confortou.

Ao meu Orientador que sempre teve muita paciência e compreensão comigo e procurando sempre mostrar o caminho correto a trilhar.

Aos professores do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT) pela atenção dispensada: Annie, Henrique, Márcia, Pinedo e Marcelo G. Godói.

Um agradecimento especial ao Prof. Dr. Paulo Alberto Paes Gomes pela sua aula de bioestatística, às vezes um professor muito exigente, mas sempre preocupado em fazer o melhor pelos seus alunos.

Aos colegas do mestrado, pelo companheirismo, assim como os funcionários do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT) por toda a atenção dispensada.

À amiga e companheira, principalmente dos sábados, D. Teresinha Ap. M. de Lorena, pelos incentivos nas horas difíceis.

Aos meus amigos de escola (trabalho): Luiz Nadir, José Antônio, Marcos Antônio e Paulo.

À diretora Isaltina, às vice-diretoras Jaqueline e Gilvanir e à coordenadora Virgínia, pela compreensão que tiveram quando precisei deixar a função de coordenador pedagógico, por estar prejudicando no andamento dos meus estudos no mestrado.

Em especial aos que pela convivência diária, se tornaram, não somente colegas, mas sim grandes amigos: Sérgio, Telma, Rodrigo, Lucas, Jahyr e Birche. Ao aluno de iniciação científica do Laboratório de Instrumentação Biomédica, Marcelo Araki, que me ajudou em alguns testes que precisei fazer durante os sábados no laboratório.

Ao Paulo do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Mogi das Cruzes, por me ajudar a desenhar alguns circuitos elétricos.

Agradeço à Capes, à Fapesp, à Faep e ao CNPq pelo apoio financeiro dado à Universidade de Mogi das Cruzes.



## **RESUMO**

Considerando as dificuldades que os portadores de deficiência auditiva encontram em seu cotidiano, é relevante criar meios que auxiliem esta população a se integrar na sociedade. Foi desenvolvido um dispositivo baseado num sistema de radio frequência que permite ao portador de deficiência auditiva ser alertado, através de um sistema de vibração e luminoso, se for acionada a campainha, um telefone ou até um despertador da sua residência. Foi utilizada a rádio-freqüência para eliminar a interferência dos sinais elétricos no sistema de recepção e aumentar o raio de alcance do dispositivo. O sinal emitido pelo telefone e pela campainha é captado por um receptor que aciona um vibrador e dois leds, fazendo com que o portador de deficiência auditiva perceba, através da vibração e das luzes intermitentes, as chamadas, podendo distingui-las. Os testes realizados comprovaram que é possível dentro do ambiente de uma casa de 100 metros quadrados de área construída, ter um bom desempenho do dispositivo desenvolvido. A principal vantagem deste dispositivo, em comparação aos dispositivos auxiliares comercializados, é o seu formato leve e compacto que permite ao portador de deficiência auditiva carregá-lo durante os deslocamentos dentro de sua residência. Acreditamos que o dispositivo desenvolvido contribuirá para melhorar as condições de vida diária dos portadores de deficiência auditiva.

***Palavras-Chave:*** Surdez, Deficiência Auditiva, Sistema de Alerta, eletro-óptico.

## **ABSTRACT**

Taking into account the difficulties that deaf or hard hearing subjects meet in their daily life, it is important to develop assistive devices that may help this population to be better integrated in our society. We report here a radio frequency (RF) based device that can alert the deaf subject, through a lightning and vibrational system, when a doorbell, a telephone ring or even an alarm clock in his residence has been activated. RF signals were used in order to avoid the sound interferences in the reception system and to allow a wide range of sound detection. The telephone ring signal and the doorbell signal are transmitted by RF waves, and detected by a receiver (which is carried by the deaf subject) that may switch on a vibrator and a corresponding led. In such a way, the deaf subject can perceive and distinguish both signals, through the vibration and of the intermittent lights. The tests carried out with the developed device showed a good performance and furthermore the usefulness of the device. The most important advantage of our device, compared to other similar assistive signaler devices, nowadays commercially available, is its compact and light design, allowing the deaf subject to move freely in his residence. We believe that the developed device will contribute to improve the quality of the daily life of deaf or hard hearing subjects.

***Key words:*** Deafness, Auditive Deficiency, Alert System, Electro-optic.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 – Graus de Perda Auditiva e Capacidade de Comunicação.....	14
Tabela 2.2 – Níveis de Ruídos Cotidianos.....	14
Tabela 4.1 – Tensão X Distância, da fonte transmissora do dispositivo.....	35
Tabela 4.2 – Tensão X Distância, da fonte transmissora do dispositivo, em campo externo.....	36

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

### ***CAPÍTULO II***

Figura 2.1 – Orelha Humana Dividida nas Três Partes Principais.....	07
Figura 2.2 – Representação dos Principais Componentes da Orelha Humana.....	07
Figura 2.3 – Ilustração: Como Funciona o Implante Coclear.....	17
Figura 2.4 – Ilustração: Campainha que Aciona Sinais Luminosos, Fabricado por Koller e Sindicic.....	18
Figura 2.5 – Ilustração: Despertadores com Sensores de Vibração, Fabricado por Lauden e Importado por Koller e Sindicic.....	18
Figura 2.6 – Ilustração de um Sistema de Alerta Instalada numa Residência de um portador de Deficiência Auditiva (Fabricado pela Empresa Sonic).....	19
Figura 2.7 – Ilustração: Telefone de Texto para portadores de Deficiência Auditiva, Fabricado por Koller e Sindicic.....	20

### ***CAPÍTULO III***

Figura 3.1 – Esquema de Funcionamento do Dispositivo de Alerta.....	22
Figura 3.2 – Circuito Eletrônico do Transmissor da Campainha.....	24
Figura 3.3 – Circuito Eletrônico do Transmissor do Telefone.....	25
Figura 3.4 – Circuito Eletrônico dos Receptores da Campainha e do Telefone.....	27

### ***CAPÍTULO IV***

Figura 4.1 – Foto dos Dispositivos: Transmissor do Telefone (A) e Receptor Abertos (B).....	31
Figura 4.2 – Imagem do Receptor do Telefone e da Campainha.....	32
Figura 4.3 – Curva de Resposta do Led e do Vibrador, durante o Acionamento da Campainha.....	33
Figura 4.4 – Curva de Resposta do Led e do Vibrador, durante o Acionamento do Telefone.....	33
Figura 4.5 – Curva de Resposta da tensão em relação à distância do transmissor do dispositivo.....	35

Figura 4.6 – Curva de Resposta da tensão em relação à distância do transmissor em campo externo.....36

# SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	ix

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 – JUSTIFICATIVA.....	01
1.2 – OBJETIVO.....	03
1.3 – ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	04

## CAPÍTULO II – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 – A FÍSICA DA ORELHA E DA AUDIÇÃO.....	05
<b>2.1.1 – TERMINOLOGIA: Orelha e Ouvido</b> .....	08
<b>2.1.2 – Orelha Externa</b> .....	09
<b>2.1.3 – Orelha Média</b> .....	10
<b>2.1.4 – Orelha Interna</b> .....	10
2.2 – A DEFICIÊNCIA AUDITIVA.....	11
<b>2.2.1 – Deficiência Auditiva Condutiva</b> .....	11
<b>2.2.2 – Deficiência Auditiva Neuro-sensorial</b> .....	11
<b>2.2.3 – Deficiência Auditiva Mista</b> .....	12
<b>2.2.4 – Deficiência Auditiva Central</b> .....	13
2.3 – APARELHOS AUDITIVOS, IMPLANTES E DISPOSITIVOS AUXILIARES.....	13
<b>2.3.1 – Aparelhos Auditivos</b> .....	15
<b>2.3.2 – Implantes Cocleares e Dispositivos Auxiliares</b> .....	16

## CAPÍTULO III – METODOLOGIA

METODOLOGIA.....	21
------------------	----

3.1 – TRANSDUÇÃO DO SINAL SONORO EM SINAL DE RÁDIO FREQUÊNCIA .....	22
<b>3.1.1 – Rádio Frequência (RF)</b> .....	22
<b>3.1.2 – Circuito Transmissor Acoplado à Campainha</b> .....	23
<b>3.1.3 – Circuito Alimentador/Transmissor para o Telefone</b> .....	24
3.2 – TRANSDUÇÃO DO SINAL DE RF EM SINAL LUMINOSO E SONORO.....	26
<b>3.2.1 – Circuito Receptor: Telefone + Campainha</b> .....	26
3.3 – TESTES DO DISPOSITIVO.....	28
<b>3.3.1 – Testes Laboratoriais</b> .....	28
<b>3.3.2 – Testes com Voluntários em suas Residências</b> .....	29
3.4 – AVALIAÇÃO DO DISPOSITIVO POR PORTADORES DE DEFICIÊNCIA AUDITIVA.....	30
3.5 – ANÁLISE DOS DADOS.....	30

#### **CAPÍTULO IV - RESULTADOS**

4.1 – TESTES DO DISPOSITIVO.....	31
4.2 – RESPOSTA ELETRO-MECÂNICA DO DISPOSITIVO.....	32
4.3 – AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS GERADOS PELO USO DO DISPOSITIVO POR PORTADORES DE DEFICIÊNCIA AUDITIVA.....	37

#### **CAPÍTULO V – DISCUSSÕES, CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS**

DISCUSSÕES, CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	38
--	----

<b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b> .....	41
--	----

#### **ANEXOS**

ANEXO I.....	43
ANEXO II.....	45
ANEXO III.....	46
ANEXO IV.....	47

# **1 – INTRODUÇÃO**

## **1.1 – JUSTIFICATIVA**

Conforme o último censo realizado pelo IBGE, a surdez foi a segunda maior deficiência citada pelos entrevistados. Quando comparada às outras deficiências físicas, recebe pouca ou nenhuma atenção da sociedade e respectivas autoridades e até de profissionais da saúde, talvez por desconhecimento da importância da audição. O número de pessoas afetadas pela deficiência auditiva está proporcionalmente relacionado ao grau de desenvolvimento do país. Os enormes contrastes se verificam seja por condições sócio-econômicas, diferenças culturais, fatores ambientais, hábitos de higiene e o principal: falta de informação e de ação preventiva. No Brasil, estima-se que devem existir em torno de 15 milhões de pessoas com algum tipo de perda auditiva, sendo 350 mil destas, com ausência total de audição.

A deficiência auditiva é um problema que, no Brasil, requer mais atenção e investimentos para melhorar as condições de integração dos portadores dessa deficiência na sociedade. Além disso, existe uma necessidade de desenvolver dispositivos assistenciais que sejam eficientes e acessíveis à população de baixa renda.

Os dispositivos existentes no mercado necessitam geralmente uma adequação nas instalações elétricas e são limitados a um ou no máximo dois sinais sonoros. Com o dispositivo proposto neste trabalho pretende-se alterar pouco as instalações elétricas, além ser portátil.

Neste projeto foi desenvolvido um dispositivo capaz de transmitir/receber sinais de rádio frequência, que são convertidos em sinais luminosos e vibrações mecânicas para possibilitar ao portador de deficiência auditiva a percepção de alguns sons de sua residência, como por exemplo, o toque da campainha ou o toque do telefone, fazendo com que o portador de deficiência auditiva consiga distinguir um sinal do outro.

O desempenho do dispositivo será caracterizado em termos do intervalo de tempo entre os toques (telefone e campainha) e o acionamento do vibrador e dos leds,



da seqüência de ligação dos leds (o led vermelho será acionado quando o houver uma chamada telefônica e o led verde será acionado quando a campainha tocar, sendo que, o vibrador também será acionado, em qualquer um dos casos).

## **1.2 - OBJETIVO**

Este projeto visa desenvolver um dispositivo, de fácil manuseio e de baixo custo, capaz de transmitir sinais sonoros por ondas de rádio, para alertar o portador de deficiência auditiva no acionamento de alguns sons de sua residência.

### **1.3 – ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

O trabalho de dissertação foi organizado da seguinte forma:

No capítulo 1, são apresentados a justificativa e o objetivo do projeto.

No capítulo 2, é feita uma apresentação dos aspectos relevantes das propriedades do sistema auditivo, da deficiência auditiva e dos dispositivos auxiliares.

No capítulo 3, constam os principais aspectos da montagem experimental e da metodologia utilizada.

No capítulo 4, estão apresentados os resultados dos testes realizados, a análise dos questionários e as especificações finais do dispositivo desenvolvido.

Finalmente, no capítulo 5, são traçadas as discussões e conclusões gerais deste trabalho e as perspectivas mais relevantes.

## **CAPÍTULO II**

### **CONTEXTUALIZAÇÃO**

O sistema auditivo constitui um dos sistemas sensoriais mais importantes para o ser humano comunicar-se com o seu ambiente. A audição é tão importante que dentre os órgãos do sentido é o único que permanece em alerta durante as 24 horas do dia.

Para compreendermos melhor a deficiência auditiva, neste capítulo apresentaremos uma descrição da captação do som e processamento pelo sistema auditivo, antes de mencionar os diferentes aspectos da perda auditiva. Incluiremos também um breve relato feito sobre os principais dispositivos de auxílio existentes no mercado, para integrar o deficiente auditivo à sociedade.

#### ***2.1 - A FÍSICA DA ORELHA E DA AUDIÇÃO***

A fala e a audição são os mais importantes meios pelos quais nos comunicamos com o nosso semelhante. Através da audição recebemos sons da fala dos outros e também nos ouvimos, de certo modo é mais complicado nascer surdo do que nascer cego. Qualquer criança que não possa ouvir os sons de suas próprias cordas vocais não pode aprender a falar sem treinamento especial. No passado, uma criança surda de nascimento era também muda, e desde que muito do nosso aprendizado se faz através da audição, ela freqüentemente não era educada. Não era percebida pelas pessoas até o século XVI que a principal dificuldade de uma criança surda em falar estava fundamentalmente relacionada a sua surdez. No início do século XIX escolas especiais foram abertas para surdo-mudos. Embora a pessoa surda possa agora ser levada a falar, suas vozes usualmente soam anormais, devido a elas não terem meios fáceis de comparar os sons das vozes produzidos por outras pessoas.

Se um som é bastante forte, ele pode ser “ouvido” por uma pessoa surda através do sentido do tato; por exemplo, ela pode sentir vibrações do cabelo exposto no seu corpo e assim “ouvir” o som alto através do nervo sensorial nas raízes dos cabelos. Discutiremos em breve como o ouvido usa um sofisticado refinamento desta técnica para ouvir sons que são bilhões de vezes mais fracos.

De acordo com Skliar, os surdos formam uma comunidade lingüística minoritária caracterizada por compartilhar uma Língua de Sinais e valores culturais, hábitos e modos de socialização próprios. Fatores estes que levam a redefinir a surdez como uma diferença e não como uma deficiência e permite que os surdos constituam, então, uma comunidade lingüística minoritária e não um desvio da normalidade.

O papel que desempenha uma deficiência no começo da vida de um sujeito não é de ser o centro inevitável de seu desenvolvimento, mas pelo contrário, a força motriz do seu desenvolvimento (Skliar, 1997).

Segundo Ference et al. (1969), as vibrações que constituem qualquer fonte sonora estabelecem no meio material (água, ar, etc.) uma série de perturbações mecânicas, propagando por meio de ondas. Essas ondas se afastam da fonte sonora produzindo nas orelhas efeitos mecânicos que são transformados em sinais elétricos que são transmitidos pelo nervo auditivo para o cérebro onde são interpretados.

O sentido da audição tem características diferentes na percepção do mundo externo que o sentido da visão. Podemos ouvir um intervalo de intensidades sonoras de mais de um trilhão, ou 100 vezes maior que o intervalo da intensidade luminosa que o olho pode perceber. O ouvido pode ouvir freqüências que variam por um fator de 1.000, enquanto as freqüências da luz que o olho pode detectar variam por somente um fator 2.

O sentido da audição envolve:

- 1 – O sistema mecânico que estimula as células ciliares na cóclea;
- 2 – os sensores que produzem os potenciais de ação nos nervos auditivos;
- 3 – o córtex auditivo, é a parte do cérebro que decodifica e interpreta os sinais dos nervos auditivos.

A orelha é um hábil dispositivo de conversão de ondas mecânicas muito fracas no ar em impulsos elétricos no nervo auditivo, ou seja, funciona como uma concha acústica que capta os sons e os direciona para o canal auditivo. As figuras 2.1 e 2.2 mostram a maioria das estruturas da orelha que estão envolvidas com a audição. A orelha é imaginada como dividida em três áreas:

- a orelha externa, a orelha média e a orelha interna.

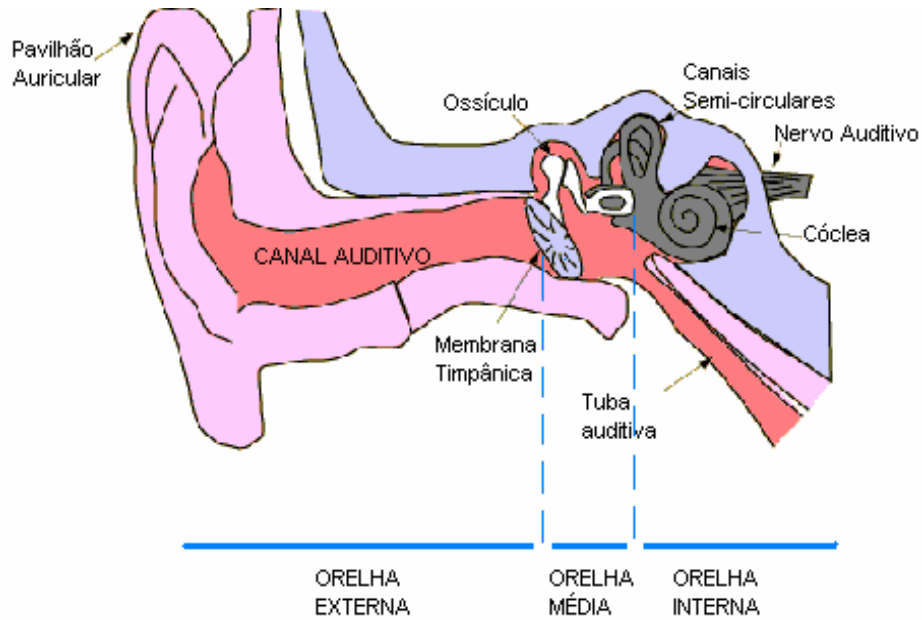


Figura 2.1 - Orelha humana dividida nas três partes principais.

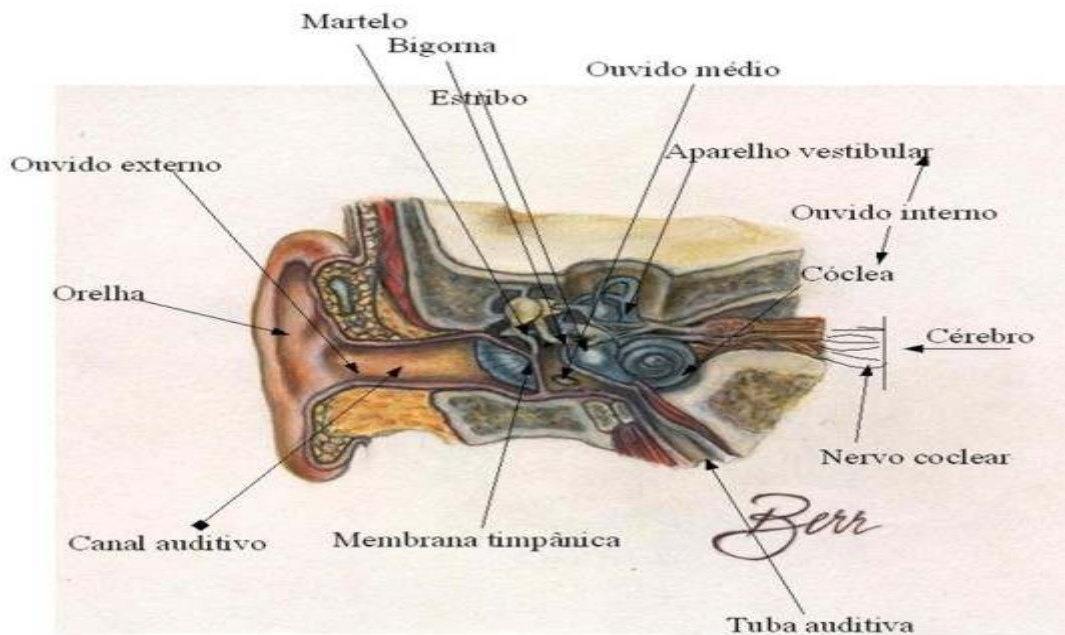


Figura 2.2. – Representação dos principais componentes da orelha humana.

A orelha externa consiste do canal auditivo, que termina na membrana timpânica. A orelha média inclui os três pequenos ossos (ossículos) e uma abertura para a boca (trompa de Eustáquio).

A orelha interna consiste da cóclea de forma espiralada, cheia de fluido, contendo o órgão de Corti. Células ciliares no órgão de Corti convertem vibrações de ondas sonoras batendo no tímpano em impulsos nervosos codificados que informam o cérebro destas ondas sonoras.

As figuras 2.1 e 2.2 foram colocadas para destacar a equivalência entre as terminologias: ouvido e orelha, mostrando que pode utilizar qualquer uma delas.

Um dos primeiros físicos-médicos a estudar a física da orelha e audição foi Hermann von Helmholtz (1821-1894). Ele desenvolveu a primeira teoria moderna de como a orelha funciona. Seu trabalho foi expandido por Georg von Bekesey (1900-1970), um engenheiro de comunicações que se tornou interessado na função da orelha como parte dos sistemas de comunicações. Von Bekesey recebeu o prêmio Nobel em 1961 pela sua contribuição ao entendimento da orelha.

### **2.1.1 – Terminologia: Orelha e Ouvido**

O uso da orelha para designar o aparelho auditivo é bem antigo na língua portuguesa. Também na linguagem médica, orelha tanto designa o pavilhão auricular como o aparelho auditivo em sua integridade. Os dicionários gerais mais recentes não são concordantes na conceituação de orelha e ouvido.

Silveira Bueno define orelha como a “parte externa do ouvido” e ouvido como “órgão auditivo”.

No Aurélio século XXI há duas acepções para orelha e duas para ouvido:

Orelha: “Cada uma das duas conchas auditivas situadas nas partes laterais da cabeça e pertencentes ao ouvido. 2. Órgão da audição; ouvido”.

Ouvido: 1. “Faculdade de ouvir, de perceber os sons. 2.Cada um dos conjuntos de formações anatômicas responsáveis pelo sentido da audição e do equilíbrio”.

No Michaelis há duas acepções para orelha: 1. “Pavilhão do ouvido, expansão de pele sustentada por uma cartilagem que cerca a abertura externa do conduto auditivo. 2.O ouvido ou sentido próprio para percepção dos sons”. O ouvido, por sua vez, é definido como “órgão e sentido da audição; orelha”.

Para Paciornik orelha é somente a “parte do ouvido”, enquanto ouvido tem um duplo significado: o “sentido pelo qual se percebem os sons” e o “órgão ou aparelho da audição”.

Para verificar qual nomenclatura é correta, se “ouvido” ou “orelha”, procuramos em vários dicionários de termos médicos, orelha e ouvido são considerados sinônimos segundo (Rey, 1999).

No sentido de averiguar como estariam sendo usados os dois termos na atualidade na linguagem médica, procedemos a uma consulta aos arquivos da BIREME e encontramos o registro de 639 ocorrências para orelha e 642 para ouvido.

Adotamos o termo orelha, desde o último Congresso Internacional de Anatomistas, onde a Nomina Anatômica passou a chamar-se Terminologia Anatômica, invertendo a seqüência das partes, colocando em 1º lugar a orelha externa, seguida da orelha média e da orelha interna. Na tradução para a língua portuguesa, publicada pela Sociedade Brasileira de Anatomia em 2001, usa-se orelha para designar tanto o órgão da audição em sua totalidade, como a parte visível e externa que corresponde ao pavilhão auricular.

### **2.1.2 – Orelha Externa**

A orelha externa não se refere, como se poderia pensar, a parte visível da orelha, que no jargão médico é chamada aurícula externa ou pavilhão auricular ou orelha. A orelha externa é um canal que se inicia no pavilhão auricular e termina no tímpano. Sua função é captar os sons e conduzi-los até o tímpano. Em alguns animais a orelha desempenha o papel de coletar energia sonora e concentrá-la no tímpano. O homem pode freqüentemente obter um ganho de 6 a 8 dB colocando sua mão atrás da sua orelha para ajudar nas deficiências naturais neste aspecto. As grandes orelhas dos elefantes e muitos animais do deserto também servem como uma importante função na perda do calor do corpo.

O canal auditivo externo serve para aumentar a sensibilidade auditiva na região de 3.000 a 4.000 Hz. O canal tem por volta de 2,5 cm de comprimento em seres humanos.



### **2.1.3 – Orelha Média**

As características dominantes da orelha média são os três pequenos ossos (ossículos) que estão mostrados na Figura 1.1. Estes ossos são de tamanho adulto mesmo antes do nascimento da criança, durante a gestação. Os ossículos fazem um papel importante no casamento de impedâncias das ondas sonoras no tímpano para a câmara cheia de líquido da orelha interna. Os ossículos são chamados de acordo com os objetos que eles se parecem: o martelo, a bigorna e o estribo. Eles são montados de modo que transmitam eficientemente vibrações do tímpano à orelha interna.

A orelha média comunica-se com a faringe através de um canal flexível chamado tuba auditiva.

Os ossículos e seus ligamentos sensitivos fazem um papel importante na proteção da orelha contra sons fortes. Um som forte faz os músculos na orelha média puxar de lado os ossículos e reduzir a intensidade sonora atingindo a orelha interna. Um decréscimo de 15 dB é possível por este meio. Entretanto, ele leva aproximadamente 15 ms ou mais para estes músculos reagirem, e o prejuízo pode ser feito neste breve período.

Uma outra estrutura na orelha média, que faz um papel protetor é a tuba auditiva (antiga trompa de Eustáquio), que desce até a boca, como mostra as figuras 1.1 e 1.2. A orelha média contém ar, e é importante que a pressão do ar em ambos os lados do fino tímpano sejam essencialmente a mesma; a tuba auditiva serve para igualar as pressões. Ar na orelha média é gradualmente absorvido nos tecidos, abaixando a pressão no lado interno do tímpano. O movimento dos músculos na face ao engolir ou mastigando usualmente causa o fechamento momentâneo da tuba auditiva que iguala a pressão na orelha média com a pressão atmosférica.

### **2.1.4 – Orelha Interna**

A orelha interna, oculta e profundamente dentro do forte osso da cabeça, é o órgão sensitivo do homem mais bem protegido. A orelha interna consiste de uma estrutura pequena, de forma espiralada e cheia de fluido, chamada cóclea. Os ossículos da orelha média se comunicam com a cóclea via uma membrana flexível (a

janela oval); os estribos transmitem suas variações de pressão da onda incidente através desta membrana à cóclea. A cóclea se comunica com o cérebro via o nervo auditivo. O nervo auditivo fornece informações em ambas frequências e intensidade dos sons que ouvimos, como mostra a figura 2.2. Muitos aspectos da orelha interna estão sendo ainda estudados.

## **2.2. – A DEFICIÊNCIA AUDITIVA**

Podemos denominar como **deficiência auditiva (ou surdez)** à perda parcial ou total da capacidade de escutar os sons e de diferenciá-los. A deficiência auditiva pode ser caracterizada quanto à localização da alteração: condutiva, neuro-sensorial, mista ou central.

### **2.2.1 – Deficiência Auditiva Condutiva**

A deficiência auditiva condutiva é geralmente devida a uma lesão na orelha externa ou média, provocando um bloqueio no mecanismo de transmissão do som, desde o canal auditivo externo até o limite com a orelha interna. Os autores Ballantyne *et al.* (1995) mostraram que a energia da onda sonora não se transmite eficazmente, e os sons que atingem a orelha interna ficam bastante atenuados. Algumas causas de surdez de condução são:

- Obstrução por acúmulo de cera ou por objetos introduzidos no canal do ouvido;
- Perfuração ou outro dano causado no tímpano;
- Infecção na orelha média;
- Lesão ou fixação dos pequenos ossículos dentro da orelha média.

### **2.2.2 – Deficiência Auditiva Neuro-sensorial**

A surdez de percepção ou neuro-sensorial é aquela provocada por problema no mecanismo de percepção do som desde a orelha interna (cóclea) até o cérebro. Algumas causas de surdez de percepção ou neuro-sensorial são:

- Ruído intenso. Intensidades de som acima de 75 decibéis podem causar perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIR). As lesões na orelha interna podem ocorrer após uma exposição simples ao ruído ou após exposições prolongadas de meses ou anos.

- Infecções bacterianas e virais, especialmente rubéola, caxumba e meningite, podem causar surdez de percepção.

- Certos medicamentos, especialmente alguns antibióticos, podem lesar as estruturas neuro-sensoriais causando surdez.

- Idade. A perda auditiva gradual devido ao fator idade, denominada presbiacusia, é uma ocorrência quase habitual nos idosos. A deficiência auditiva abrange cerca de 30% nas pessoas acima de 65 anos e 50% acima de 75. A presbiacusia provavelmente resulta de uma combinação de vulnerabilidade genética, doenças e/ou distúrbios metabólicos (diabete, por exemplo) e exposição a ruídos. É um processo degenerativo de células sensoriais da orelha interna e fibras nervosas que se conectam com o cérebro.

- Surdez congênita. Quando uma criança nasce surda a causa pode ser hereditária (genética) ou embrionária (intra-uterina). Entre as causas intra-uterinas mais freqüentes estão a rubéola, sífilis, toxoplasmose, herpes, alguns tipos de vírus e certos medicamentos usados pela gestante.

- Variações de pressão no líquido da orelha interna pode ocasionar perda gradativa da audição; esta alteração é chamada doença de Menière e vem acompanhada, em sua forma clássica, de vertigem e zumbido.

- Tumores benignos e malignos que atingem a orelha interna ou a área entre a orelha interna e o cérebro, podem causar surdez, como por exemplo o neurinoma, colesteatoma, hemangioma, glomus e carcinoma.

Uma lesão na orelha interna, ao nível da cóclea, faz com que, embora as ondas sonoras sejam transmitidas normalmente, a recepção e interpretação das mesmas ficam comprometidas.

### **2.2.3 – Deficiência Auditiva Mista**

Considerando as afirmações de Ballantyne *et al.* (1995), a deficiência auditiva mista ocorre quando há lesões tanto na região de transmissão quanto na região de recepção. A perda auditiva condutiva é diferenciada da perda neuro-sensorial por meio de exames funcionais da audição. Existe hoje, uma variedade de testes que

apresentam um elevado nível de sofisticação e confiabilidade de modo a diferenciar os dois tipos de surdez.

#### ***2.2.4 – Deficiência Auditiva Central***

Esta deficiência auditiva é geralmente causada por uma lesão no tronco cerebral. Neste caso, os sinais elétricos são transmitidos, mas não podem ser interpretados.

#### ***2.3. – Aparelhos auditivos, implantes e dispositivos auxiliares***

A pessoa que não escuta bem pode apresentar dificuldades em se comunicar com as outras pessoas, pois nem sempre compreende o que falam ao seu redor. Em adultos da terceira idade, a situação piora porque existe a tendência à introversão e à segregação. Geralmente pessoas com esse tipo de deficiência podem se tornar deprimidas, inseguras e sentem-se isoladas pela sociedade, porque a deficiência interfere totalmente na condição mais importante da vida moderna: a comunicação.

A perda da audição pode ser um processo gradual, de tal maneira que a pessoa afetada não percebe por um longo tempo. Na maior parte dos casos, a perda é consequência natural da evolução do nosso sistema auditivo. Normalmente pessoas com mais de 50 anos, começam a ter dificuldades em ouvir de forma mais ou menos evidente e a compreensão das palavras se torna menos precisa. Veja na tabela 2.1. os graus de perda de audição e a relação com a capacidade de comunicação.

Tabela 2.1. – Graus de perda auditiva e capacidade de comunicação.

Nível médio (dB)	Graus de Perda	Capacidade de Comunicação
0 - 25	Normal	Audição Normal
26 - 40	Leve	Existe alguma dificuldade para ouvir e entender conversação suave, obtendo melhores resultados em ambientes silenciosos e com vozes claras.
41 - 55	Moderada	Dificuldade em entender uma conversação normal, particularmente na presença de ruídos de fundo. A fala e o desenvolvimento da linguagem são geralmente afetados. Aparelhos auditivos podem ajudar a suprir muitas dificuldades de audição.
56 - 70	Acentuada	Somente vozes altas e a curta distância conseguem ser entendidas. O desenvolvimento da fala e da linguagem é bastante pobre. Aparelhos auditivos podem ser de grande benefício para melhorar a comunicação.
71 - 90	Severa	Pode ouvir alguns sons em alto volume, porém percebe mais vibrações do que padrões tonais. Aparelhos auditivos podem ajudar de maneira limitada.
+ de 90	Profunda	A conversação normal é inaudível. Não há desenvolvimento espontâneo da fala/linguagem. Aparelhos auditivos são essenciais.

Para se ter uma idéia do que representam os graus de perda auditiva, apresentamos alguns níveis, em decibéis, de ruídos cotidianos, veja na tabela 2.2.

Tabela 2.2. – Níveis de ruídos cotidianos

Nível (dB)	Ruído Cotidiano
10 a 20	Estúdio de som
20 a 30	Quarto à noite
30 a 40	Biblioteca
40 a 50	Sala de estar
50 a 60	Escritório
60 a 70	Conversação normal
70 a 80	Tráfego normal em esquina
80 a 90	Dentro de um ônibus
90 a 100	Estação de trem
100 a 110	Discoteca
110 a 120	Buzina forte a um metro
120 a 130	Britadeira
130 a 140	Limite da dor

Nos casos de perda auditiva de grau leve as pessoas podem não se dar conta que ouvem menos, somente um teste de audição (audiometria) vai revelar a deficiência. Quando a perda auditiva passa de moderada a severa, os sons podem ficar distorcidos e na conversação as palavras se tornam abafadas e mais difíceis para entender, particularmente quando há várias pessoas conversando em locais com ruído ambiental ou salas onde existe eco. Os sons da campainha e do telefone tornam-se difíceis de serem ouvidos; o portador de deficiência auditiva pede a todo o momento que falem mais alto ou que repitam as palavras.

### **2.3.1. – Aparelhos auditivos**

Segundo Vasconcelos *et al.* (1997) os aparelhos auditivos são de grande auxílio para a maioria dos deficientes auditivos, mesmo que não representem uma eficiência perfeita. Trata-se basicamente de um mini-amplificador que se recomenda às pessoas com níveis de perdas auditivas inferiores a 90 dB. Têm por objetivo amplificar sons, de modo a atender às necessidades básicas de comunicação do indivíduo.

Desde os anos 40 os aparelhos auditivos vêm sendo utilizados e aperfeiçoados, no intuito de melhorar a audição dos indivíduos que ainda possuam parte de sua capacidade auditiva. Segundo a cronologia, encontramos no mercado aparelhos portáteis de caixa, seguidos pelos retro-auriculares, os intra-auriculares, dentre outros. Esses aparelhos auditivos diferenciam-se em suas especificações e variam de paciente para paciente dependendo do nível da perda auditiva.

Vasconcelos *et al.* (1994) afirmam que é de extrema importância o acompanhamento de profissionais como o otorrinolaringologista e o fonoaudiólogo, pois são estes que auxiliam no processo de seleção e adaptação de aparelhos auditivos e são responsáveis pela explicação de todo o processo de testes de audiometria (tonal e vocal) dentre outros, além do acompanhamento após a adaptação do mesmo. Quando a perda auditiva é profunda, acima de 90 dB, esses aparelhos são insuficientes, pois o problema encontra-se na cóclea, isto é, as células que geram o sinal elétrico não funcionam.

Os aparelhos auditivos são classificados em função da perda auditiva e do seu posicionamento na orelha; a seguir são apresentados os diferentes tipos de aparelhos auditivos comercializados.

- **Microcanal** – Indicado para perdas leves a moderadas, de 20 dB a 40 dB. Foi desenvolvido para ficar totalmente dentro do canal auditivo (imperceptível) permitindo suprir as necessidades auditivas, com o máximo de discricção para o usuário.
- **Intracanal** – Indicado para perdas leves, moderadas e acentuadas de 20 dB a 70 dB. Posicionam-se dentro do canal auditivo, possuem controle de volume. Este modelo permite muitas vantagens ao usuário, por solucionar a perda auditiva de forma discreta e eficaz.
- **Intra-auricular** – Indicado para perdas leves, moderadas e acentuadas de 20 dB a 70 dB. Os intra-auriculares, posicionados dentro do meato acústico, auxiliam a membrana timpânica e os três ossículos na amplificação do som. Este modelo é indicado para aquelas pessoas que possuem um conduto auditivo muito estreito, e que por este motivo nem sempre é possível usar um modelo que fique totalmente dentro da orelha. É de fácil colocação, possui controle de volume, e tem grande aceitação pelo usuário.
- **Retro-auricular** – Os retro-auriculares, posicionados atrás da orelha, transmitem o som amplificado até o conduto auditivo. Indicado para todos os tipos de perdas, desde perdas leves, moderadas, acentuadas, severas a profundas, de 20 dB a 90 dB.

### ***2.3.2. – Implantes Cocleares e Dispositivos Auxiliares***

Atualmente para indivíduos com perda auditiva profunda, propõe-se a realização de um implante coclear. O **implante coclear** consiste na realização de uma cirurgia para implantação, dentro da orelha, de uma antena receptora e de um eletrodo que estimulará diretamente o nervo auditivo, veja Figura 2.3.

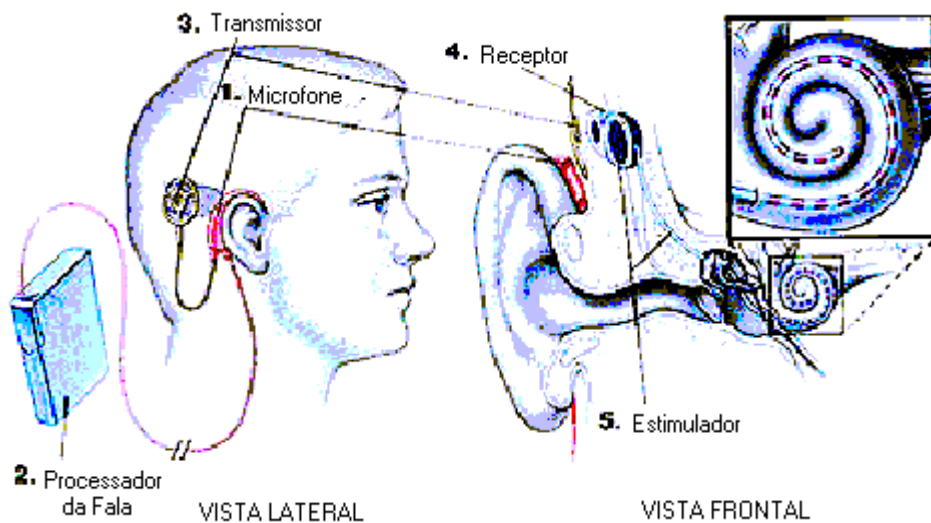


Figura 2.3. – Ilustração: como funciona o implante coclear.

O aparelho de implante coclear não é um amplificador de som; trata-se de um estimulador elétrico. Na verdade, ele faz o papel de toda a orelha, ou seja, captação do som, transformação do mesmo em sinal elétrico e estimulação do nervo auditivo diretamente.

A primeira referência à estimulação do nervo acústico por um eletrodo, segundo Cooper (1991), foi realizada na França em 1957, por Djourno e por Eyriès.

Albernaz (1995) menciona que em 1976 o assunto foi discutido pela primeira vez no Brasil e o primeiro implante coclear no nosso país foi de sua autoria, realizado em 1977.

Segundo Bevilacqua e Coube (1997) este tipo de recurso permite aos portadores de deficiência auditiva profunda ou total a utilização da função auditiva como fonte de informação.

No caso dos portadores de deficiência auditiva com perda auditiva profunda (geralmente chamados de surdos) existe, além de implante coclear, uma grande variedade de dispositivos auxiliares para ajudá-los em seu cotidiano. Citamos a seguir alguns exemplos de dispositivos auxiliares:

- *Campainhas residenciais*: devido à grande dificuldade de escutar a campainha da porta, para todos os níveis de perda auditiva. Para solucionar este problema, o método mais utilizado no mercado consiste em uma campainha que



acompanha circuitos eletrônicos que acionam sinais luminosos, fazendo com que as luzes da casa pisquem aumentando ou diminuindo suas intensidades, conforme mostrado na figura 2.4.



Figura 2.4. – Ilustração: Campainha que aciona sinais luminosos, fabricado por Koller e Sindicic.

- **Despertador:** contém luzes que piscam na hora programada. Em geral são utilizados sensores de vibração colocados sob travesseiros ou colchões, conforme mostrado na figura 2.5.



Figura 2.5. – Ilustração: Despertadores com sensores de vibração fabricado por Lauden e importado por Koller e Sindicic.

Alguns sistemas consistem na instalação de vários dispositivos de alerta que acionam sinais luminosos (piscas) na residência do portador de deficiência auditiva usando a instalação elétrica, como mostra a Figura 2.6.

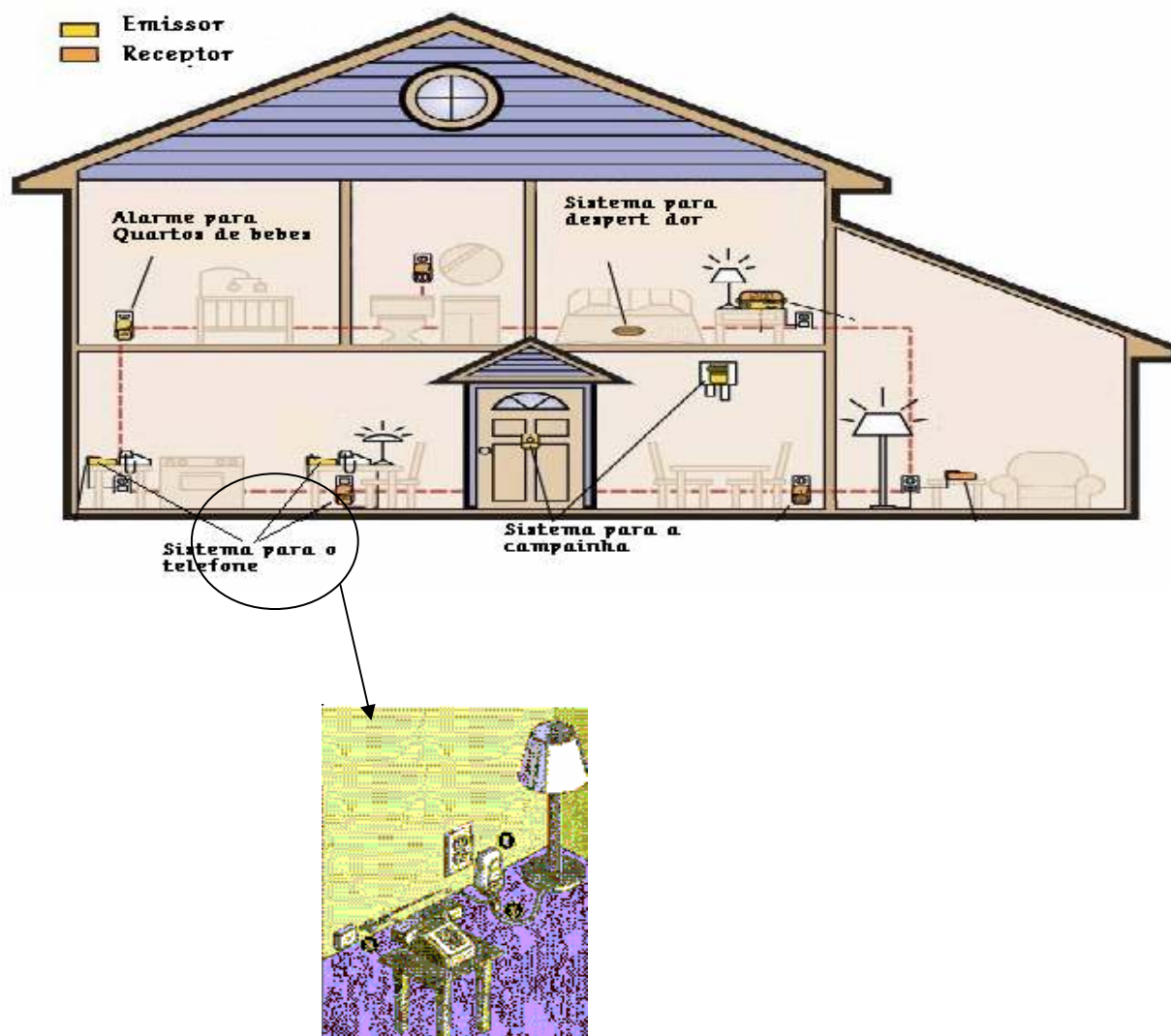


Figura 2.6. – Ilustração de um sistema de alerta instalada numa residência de um portador de deficiência auditiva (fabricado pela empresa Sonic).

- *Telefones Texto*: são telefones que possuem um teclado e um *display* (cristal líquido) com um modem embutido, permitindo que sinais sonoros recebidos via telefone sejam convertidos em textos. Este dispositivo recebe / envia textos, conforme mostrado na figura 2.7.



*Figura 2.7. – Ilustração: Telefone de texto para portadores de deficiência auditiva, fabricado por Koller e Sindicic.*

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA**

Neste capítulo, apresentamos o desenvolvimento do projeto. Inicialmente, utilizamos um dispositivo desenvolvido num outro trabalho de mestrado, que (Lisboa, 2003), emprega filtros passa-faixas para distinguir os sinais sonoros a serem detectados; esse dispositivo apresentou alguns problemas referentes à distância de alcance, que foi de no máximo três metros, além da captação de ruídos juntos aos sinais desejados. Resolvemos propor um dispositivo baseado num sistema de rádio-freqüência, para eliminar as interferências e ter um considerável ganho na distância de alcance. O dispositivo visa satisfazer os seguintes requisitos para auxiliar o portador de deficiência auditiva no acionamento do toque da campainha, do telefone ou de ambos:

- Que funcione num raio de pelo menos 10 metros;
- Que possa ser utilizado por todos os portadores de deficiência auditiva, independentemente do grau de perda auditiva;
- Que tenha baixo custo;
- Que funcione como alerta luminoso, distinguindo qual som foi acionado e como alerta vibratório;
- Que permita que o usuário portador de deficiência auditiva possa se locomover dentro de sua casa com o dispositivo, sem desconforto;
- Que tenha autonomia de 48 horas.

O esquema simplificado de funcionamento do dispositivo proposto é mostrado na Figura 3.1. O toque do telefone ou da campainha aciona um transmissor de rádio que envia o sinal para um receptor portátil, carregado pelo usuário portador de deficiência auditiva; este receptor então aciona simultaneamente um sistema de alerta luminoso e vibratório, alertando o portador de deficiência auditiva.

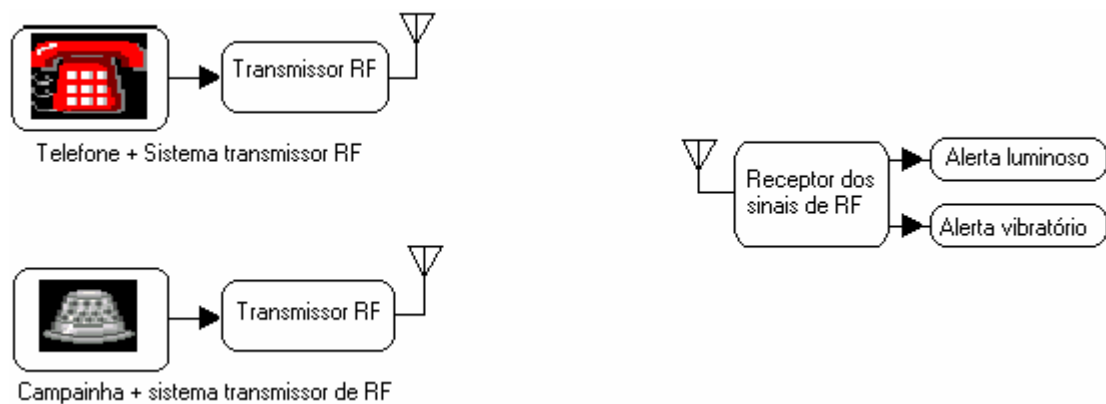


Figura 3.1. – Esquema de funcionamento do dispositivo de alerta.

### 3.1. – Transdução do sinal sonoro em sinal de RF

#### 3.1.1. – Rádio Freqüência (RF)

As ondas de rádio se propagam no espaço e são utilizadas não só na radiodifusão, mas também na telegrafia sem fios, telefones, televisão, radar, sistemas de navegação e a comunicação espacial. Os sistemas de radiocomunicação constam de dois componentes básicos: o transmissor e o receptor.

O primeiro gera oscilações elétricas com uma freqüência de rádio denominada de freqüência portadora. Pode-se amplificar a amplitude da própria freqüência para variar a onda portadora. Um sinal modulado em amplitude compõe-se da onda portadora mais as bandas laterais, produto da modulação. A freqüência modulada (FM) produz mais do que um par de bandas laterais para cada freqüência de modulação, graças às quais são possíveis as complexas variações que se emitem em forma de voz em radiodifusão ou variações de luminosidade na televisão.

Os componentes fundamentais de um transmissor de rádio são:

Um gerador de oscilações (oscilador) para converter as variações elétricas em oscilações de uma determinada freqüência de rádio;

Os amplificadores para aumentarem as referidas oscilações conservando a freqüência estabelecida;

Transdutor para converter a informação a transmitir em variações de corrente elétrica proporcionais a cada valor instantâneo da intensidade. No caso da transmissão de som o transdutor é o microfone.

Outros componentes importantes de um transmissor são o modulador que aproveita as tensões proporcionais para controlar as variações na intensidade da oscilação ou frequência instantânea da portadora e a antena que irradia uma onda portadora igualmente modulada.

O estágio diferenciador pode ser formado por: um circuito diferenciador que realiza a derivada do sinal  $w'(t)$  em relação ao tempo, de forma a produzir uma variação de amplitude do sinal modulado proporcional ao sinal modulador, resultando numa conversão de FM para Amplitude Modulada (AM), um circuito retificador para gerar um sinal de baixa frequência proporcional à variação da amplitude do sinal, e um filtro passa-baixas para eliminar as altas frequências indesejáveis geradas no detector.

O sinal FM reproduzido pelo oscilador controlado por tensão (VCO) do demodulador é realimentado no circuito através do detector de fase. As componentes de baixa frequência resultantes na saída do detector de fase são proporcionais ao sinal demodulado desejado.

Portanto as transmissões de FM de radiodifusão realizam-se em bandas de alta frequência (88-108 MHz) aptas para sinais de grande qualidade, no entanto com um alcance de recepção limitado.

### ***3.1.2. – Circuito Transmissor acoplado à Campainha***

Como mostrado no esquema geral do dispositivo (Figura 3.1), a campainha e o telefone são conectados a um circuito transmissor de rádio frequência (RF) que, quando acionado por essas fontes, transmite o sinal através de ondas de RF para um circuito receptor. Este receptor, carregado pelo deficiente auditivo, converte o sinal de RF em sinal elétrico, que permite acionar um sistema luminoso e vibratório, para que o portador de deficiência auditiva seja alertado.

No caso da campainha, quando o interruptor S1 é acionado, o circuito transmissor é alimentado por uma bateria de 12 V, fazendo com que o circuito integrado J1 ative o oscilador de rádio frequência (Figura 3.2). Duas frequências de áudio podem ser então geradas; selecionadas pela chave S2, saindo o sinal de RF amplificado em relação à potência, com uma saída modulada para o receptor de áudio, porém uma única frequência será utilizada, a antena de transmissão do circuito localiza entre os

capacitores C1 e C3. Foi adaptado um circuito de campainha sem fio para esta finalidade. Ilustramos a seguir o circuito transmissor da campainha.

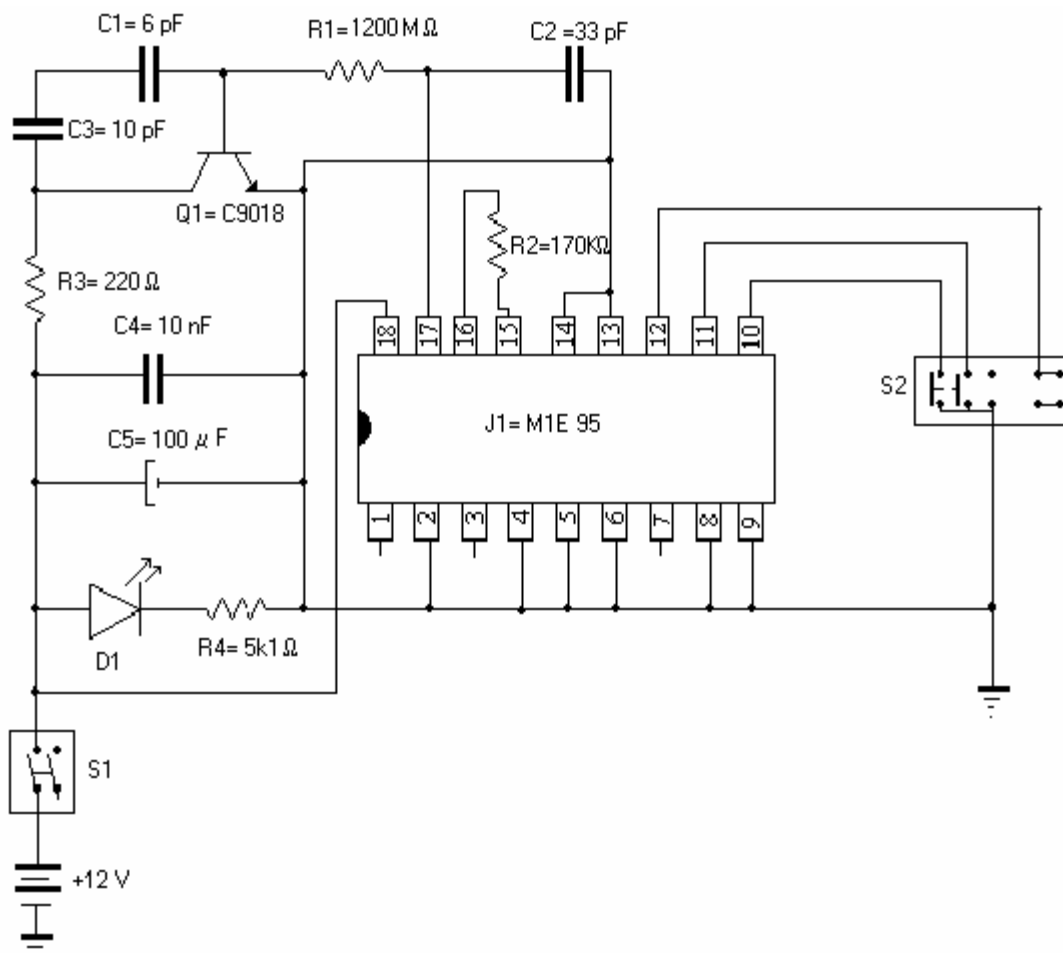


Figura 3.2. – Circuito eletrônico do transmissor da campainha.

### 3.1.3. – Circuito Alimentador / Transmissor para o Telefone

No caso do sinal telefônico, adaptamos um circuito alimentador, que utiliza a própria tensão do sinal recebido da linha telefônica para alimentar o circuito transmissor, e transmitir um sinal de RF para o circuito receptor.

A alimentação deste circuito (Figura 3.3) vem da própria linha telefônica, energizando o circuito integrado J2, que envia o sinal captado para o C.I. J3, responsável pela modulação dual, chegando o sinal ao estágio de oscilação de RF,

criando duas frequências de áudio, que podem ser selecionadas pela chave S3. Foi adaptado um circuito de campainha sem fio para esta finalidade. Ilustramos abaixo o circuito transmissor do telefone.

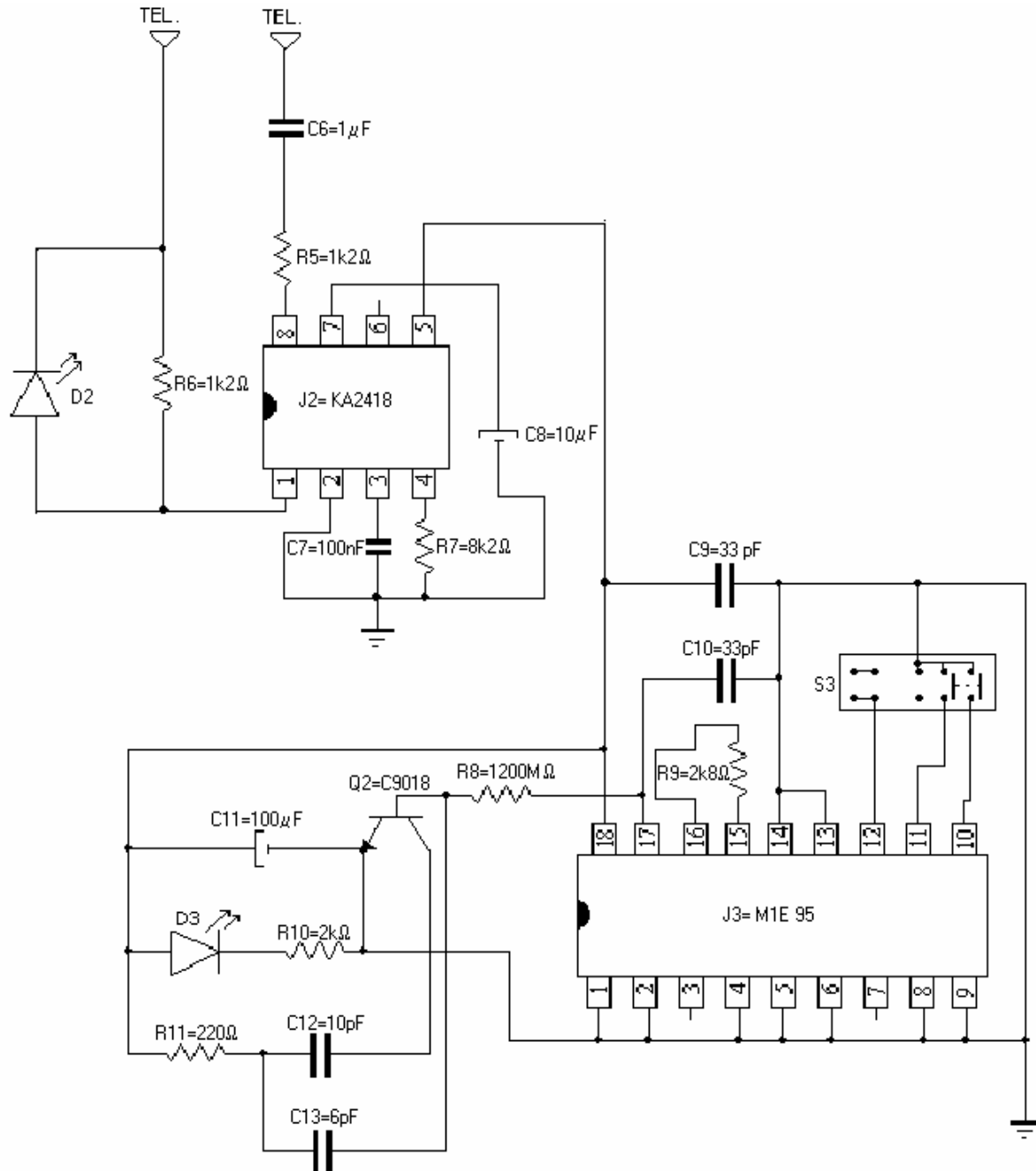


Figura 3.3. – Circuito eletrônico do transmissor do telefone.



### **3.2. - Transdução do sinal de RF em sinal luminoso e sonoro**

#### **3.2.1. – Circuito Receptor: Telefone + Campainha**

O dispositivo receptor, cujo circuito é esquematizado na Figura 3.4, capta os sinais, seja da campainha ou do telefone, através dos circuitos integrados J4 e J6 e os amplifica nos circuitos integrados J5 e J7. A conversão em luz e em vibração mecânica é feita através da alimentação dos diodos emissores de luz (Led's) e de um vibrador de telefone celular (vibracall), fazendo com que o portador de deficiência auditiva perceba esses sinais elétricos através da luz e da vibração do dispositivo em sua cintura e possa assim distingui-los. Vejamos a seguir na Figura 3.4, o circuito receptor.

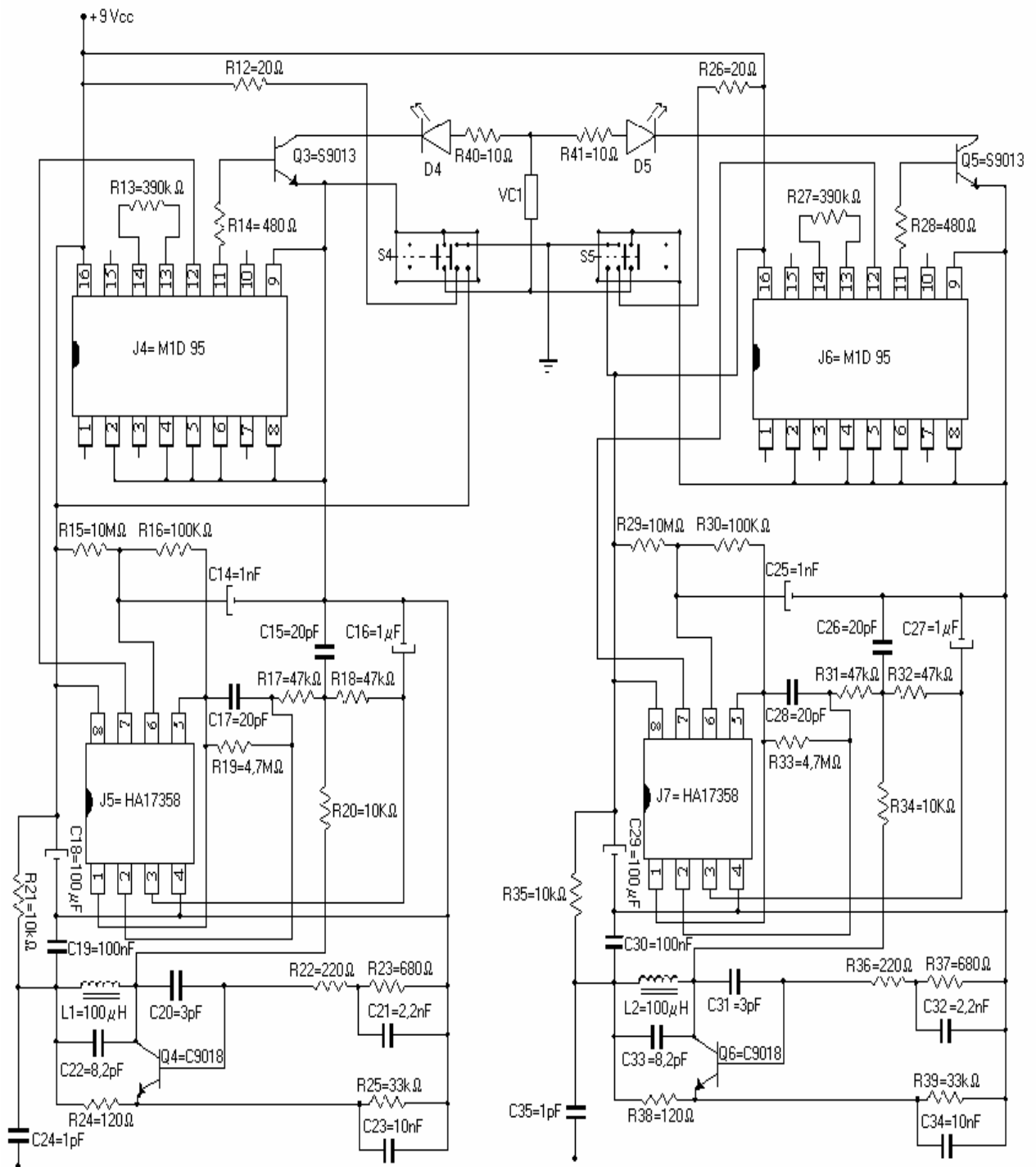


Figura 3.4. – Circuito eletrônico dos receptores da campanha e do telefone.

Os circuitos, alimentados por uma bateria de 9 V, operam da seguinte maneira: o sinal recebido é amplificado, passa pelo oscilador local e chega ao estágio limitador, que corta todas as variações em amplitude, o que elimina o ruído, sem afetar a informação transportada pelo sinal. Uma chave seletora controla o mesmo em três níveis (baixo, alto e desligado), para acionar os led's e o vibracall (vibrador de telefone celular). Os circuitos receptores da campainha e do telefone são mostrados na Figura 3.4.

### **3.3. – Testes do dispositivo**

#### **3.3.1. Testes laboratoriais**

Inicialmente, será necessário testar o dispositivo no laboratório para verificar a sua funcionalidade, eficiência e a distância de alcance do dispositivo.

Num segundo estágio, será necessário testar o dispositivo em residências de portadores de deficiência auditiva, para verificação de todos os testes realizados no laboratório com êxito, comprovando sua funcionalidade, eficiência e a distância de alcance do dispositivo.

Para avaliar o funcionamento do dispositivo, os sinais na saída do receptor, que alimentam os led's e o vibrador foram visualizados num osciloscópio digital (Tektronix TDS 210).

A princípio foi pedido a dois voluntários para testar os dispositivos no laboratório.

O desempenho do dispositivo foi avaliado, tanto para transmissão como para a recepção, usando o seguinte procedimento. O circuito transmissor para telefone foi conectado a um aparelho telefônico do laboratório de pesquisa. O dispositivo de recepção foi fixado na cintura de um voluntário e a campainha, foi acionada colocando-a distanciada do transmissor, variando de 0 até 35 m, aumentando gradativamente essas de 5 em 5 m, para detectarmos o alcance do dispositivo, logo após, os mesmos testes foram realizados para o telefone e para concluir acionamos ao mesmo tempo a campainha e o telefone e com os mesmos procedimentos.

O desempenho do dispositivo foi caracterizado em termos do intervalo de tempo entre os toques (telefone e campainha) e o acionamento do vibrador e dos leds, da

seqüência de ligação dos leds (vermelho e verde), e da sensibilidade à vibração produzida.

Foi realizada uma simulação no laboratório do dispositivo para alertar um indivíduo normal em sua residência, sendo verificado a detectabilidade dos sinais mediante o dispositivo, em certas condições:

- num ambiente barulhento;
- indivíduo no jardim, afastado da fonte sonora.

Num ambiente com um certo barulho o dispositivo receptor ativou os dois led's e o vibrador; e quando um indivíduo encontra-se fora da residência, no jardim, afastado da fonte sonora até 33 m, o dispositivo também obteve êxito na simulação, a partir dos 35 m, o dispositivo não capta mais o sinal.

### **3.3.2. Testes com voluntários em suas residências**

Dois voluntários com deficiência auditiva, testaram o funcionamento do dispositivo tanto para transmissão como para a recepção de acordo com o seguinte procedimento. O circuito transmissor para telefone foi conectado a um aparelho telefônico da casa de um dos dois voluntários. A campainha foi colocada na porta de entrada a uma certa distância dos deficientes, para avaliar também o alcance do dispositivo. O sistema de recepção foi fixado na cintura de um voluntário, enquanto o outro acionava o interruptor da campainha e com o auxílio de um telefone celular, eram feitas ligações para o telefone da residência para testar o dispositivo, acionando o dispositivo transmissor que enviava sinal para o dispositivo receptor colocado na cintura de um dos voluntários, que sempre ao perceber a chamada telefônica, deslocava-se até o telefone para atendê-lo, avisando qual sua distância em relação ao telefone no exato momento da chamada e quando acionava a campainha o voluntário deslocava-se até a porta de entrada, realizando o mesmo procedimento, ao acionar os dois ao mesmo tempo convencionamos atender primeiro o telefone e depois a campainha e depois foi feito os mesmos testes com o outro voluntário.

Num primeiro momento, foi feita uma chamada de um telefone celular colocado num dos quartos para o aparelho telefônico da casa que fica na sala. E em seguida foi acionada a campainha. Num segundo teste, esta seqüência foi invertida, ou seja, a

campainha foi acionada antes do telefone. Finalmente, para testar a detecção simultânea, a chamada telefônica e o acionamento da campainha foram realizados ao mesmo instante.

Foi pedido aos dois voluntários relatar o comportamento (resposta) do sistema de detecção, em termos do intervalo de tempo entre as chamadas (telefone e campainha) e o acionamento do vibrador e dos leds, da seqüência de ligação dos leds (vermelho e verde), e da sensibilidade à vibração produzida.

Foi explicado aos voluntários que o led vermelho é acionado quando o telefone toca e o led verde é acionado quando a campainha toca, sendo que, o vibrador também é acionado. Quando os dois são acionados, os dois leds e o vibrador são ligados.

#### **3.4. – Avaliação do dispositivo por portadores de deficiência auditiva**

Para avaliar o dispositivo, duas pessoas portadoras de deficiência auditiva testaram o dispositivo, após preencherem os termos de compromisso (anexo II) e de consentimento para participação na pesquisa (anexo I), sendo estes aprovados pelo comitê de Ética. Um questionário foi elaborado para que essas possam informar o nível de satisfação em relação ao dispositivo, de acordo com a sua perda de audição. O questionário é apresentado em anexo (anexo III).

#### **3.5. – Análise dos dados**

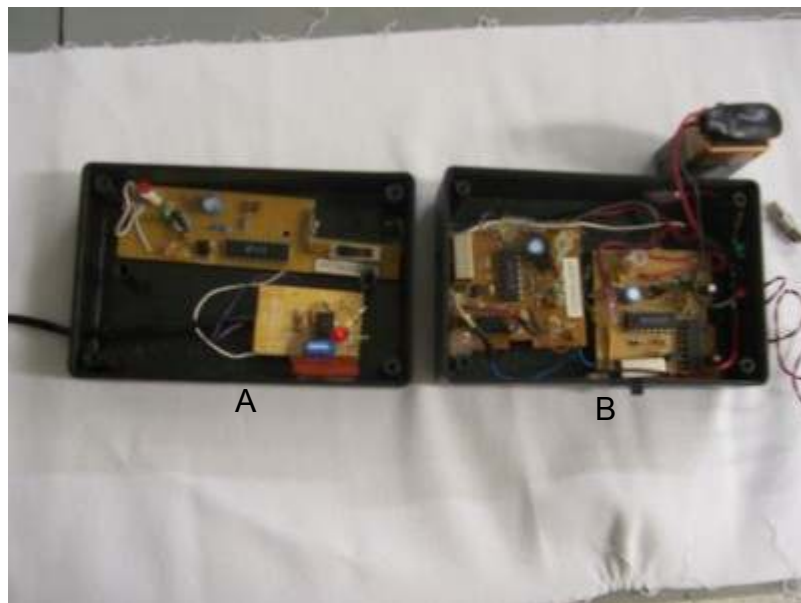
Devido ao baixo número de voluntários envolvidos na pesquisa, nos limitamos a uma simples análise qualitativa, sendo inviável uma análise estatística. Entretanto, os testes permitiram obter informações sobre o desempenho do dispositivo e a sua utilidade por parte de portadores de deficiência auditiva.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS:**

#### ***4.1- Testes do dispositivo***

Na Figura 4.1. é apresentada uma fotografia do dispositivo, mostrando os circuitos do transmissor do telefone e do receptor abertos. É possível perceber o tamanho compacto do dispositivo, considerando as dimensões da bateria de 9 V.



*Figura 4.1.- Foto dos dispositivos: transmissor do telefone (A) e receptor abertos (B).*

A Figura 4.2. mostra com mais detalhes o receptor, onde pode se destacar os Led's verdes e vermelhos, referentes à campainha e ao telefone respectivamente, e ao vibrador, que pode ser acionado por esses dois equipamentos.

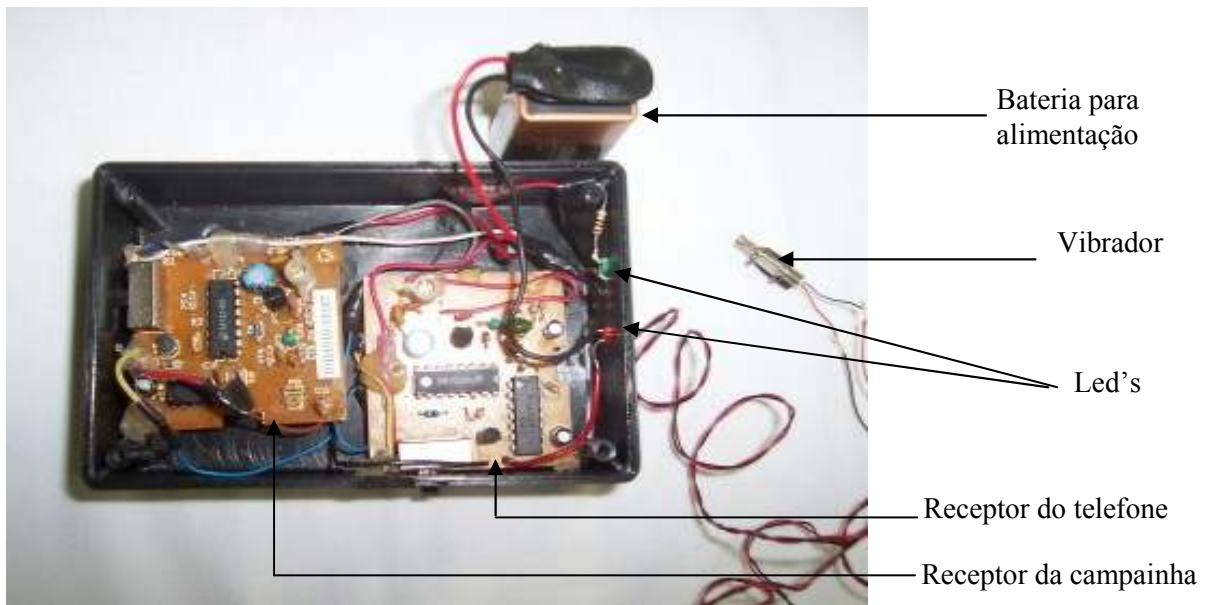


Figura 4.2 – Imagem do receptor do telefone e da campainha

#### **4.2 – Resposta eletro-mecânica do dispositivo**

A fim de analisar o desempenho do dispositivo em termo de resposta do receptor ao acionar o telefone e a campainha residencial, os sinais elétricos que alimentam os Led's e o vibrador foram visualizados num osciloscópio digital. A Figura 4.3. apresenta a variação temporal dos sinais de alimentação do Led verde e do vibrador, durante o toque da campainha. Pode ser observado que o Led e o vibrador são acionados simultaneamente, acompanhando os pulsos da campainha.

Para avaliar o alcance do dispositivo, a campainha foi acionada a diferentes distâncias, e os sinais do receptor foram observados no osciloscópio. Até uma distância de 20 m, a amplitude dos sinais elétricos era maior que o mínimo necessário para alimentar os Led's e o vibrador, ou seja, cerca de 1,5 V.

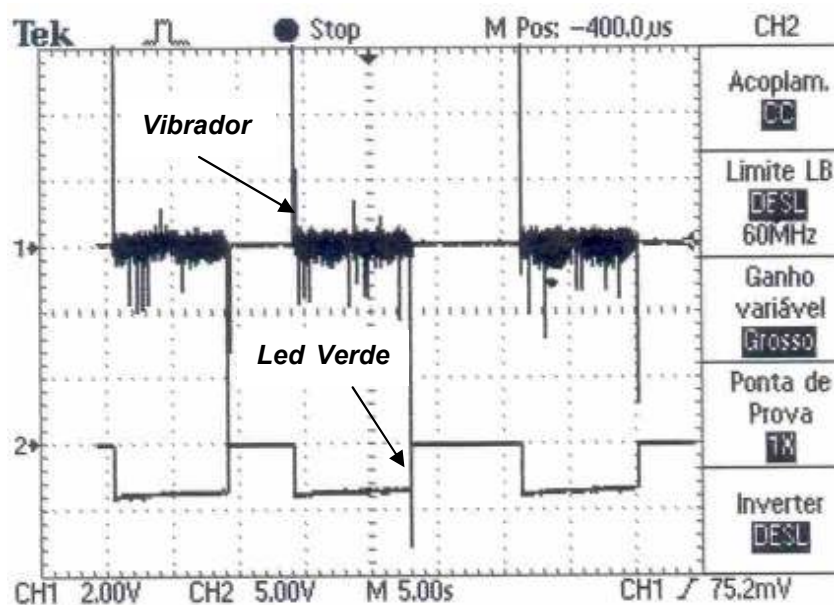


Figura 4.3. - Curva de resposta do Led e do vibrador, durante o acionamento da campainha.

A Figura 4.4 apresenta a variação temporal dos sinais de alimentação do Led vermelho e do vibrador, durante o toque do telefone. Pode-se observar que o Led e o vibrador são acionados simultaneamente, acompanhando os pulsos do telefone.

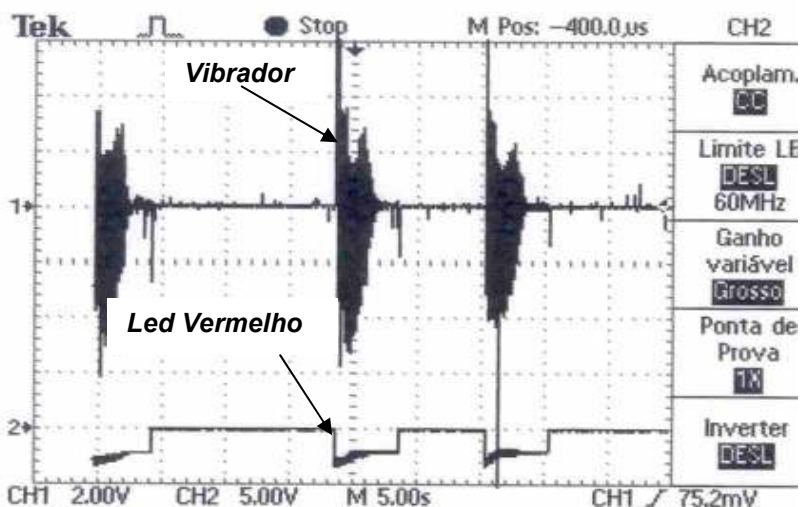


Figura 4.4. - Curva de resposta do Led e do vibrador, durante o acionamento do telefone.



Os gráficos acima referentes aos sinais elétricos para alimentação dos Led's e o vibrador mostram nitidamente que o sistema luminoso (Led's) e da vibração mecânica são ativados simultaneamente, quando a campainha ou o telefone é acionado. Isto implica que tanto o sistema de transmissão como o de recepção funcionam satisfatoriamente, possibilitando uma distinção visual do sinal sonoro detectado, junto com o alerta vibratório.

Ressalta-se que o acionamento simultâneo da campainha e do telefone, quando ao mesmo tempo acontecem uma chamada telefônica e o toque da campainha, permite ativar os dispositivos transmissores do telefone e da campainha no mesmo instante, e enviar o sinal através de RF para os dispositivos receptores, que acionam os dois leds e o vibrador, para alertar o portador de deficiência auditiva sobre o ocorrido.

O bom desempenho dos sistemas transmissor e receptor foi também constatado por dois avaliadores, membros do laboratório. Uma simulação de ambiente residencial foi feita para alertar um indivíduo normal para verificar a detectabilidade dos toques de telefone e de campainha, considerando condições como: ambiente barulhento ou o afastamento da fonte sonora.

Num ambiente ruidoso, o dispositivo receptor ativou os dois leds e o vibrador; e quando um indivíduo encontra-se afastado de no máximo 19 m da fonte sonora, o dispositivo também obteve êxito na simulação, deixando de funcionar a partir de 20 m.

Na tabela 4.1 estão os valores da tensão em relação à distância da fonte transmissora, obtidos no laboratório, através do osciloscópio.

Tabela 4.1. – Tensão X Distância, da fonte transmissora do dispositivo.

Distância (m)	Tensão Elétrica (Vcc)
0	1,5
5	1,5
10	1,4
15	1,2
20	0,0

Com o objetivo de visualizar melhor o comportamento, mostrado pela tabela 4.1, traçamos as curvas de resposta tensão X distância, como mostra a Figura 4.5.

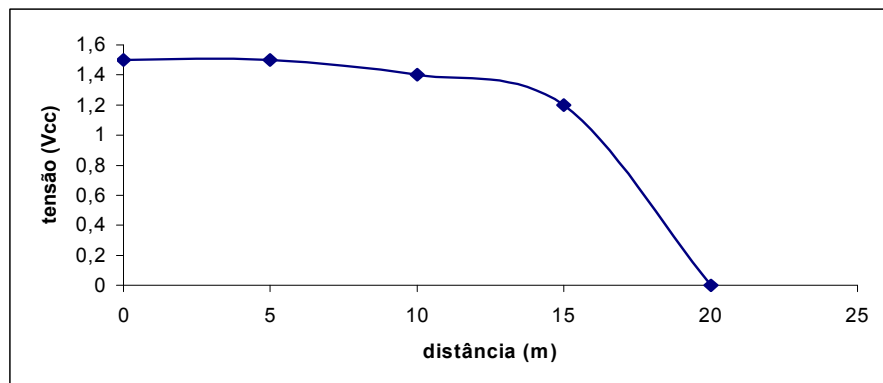


Figura 4.5. – Curva de resposta da tensão em relação à distância do transmissor do dispositivo.

Para concluirmos melhor o teste, foram realizadas também em campo externo, várias medições sobre tensão e a distância em relação ao dispositivo transmissor, obtendo o seguinte resultado, como mostra a tabela 4.2.

Tabela 4.2. – Tensão X Distância, da fonte transmissora do dispositivo, em campo externo.

Distância (m)	Tensão Elétrica (Vcc)
0	1,7
5	1,7
10	1,6
15	1,2
20	0,9
25	0,75
30	0,7
33	0,7
35	0,0

Com o objetivo de visualizar melhor o comportamento, mostrado pela tabela 4.2, traçamos as curvas de resposta tensão X distância, como mostra a Figura 4.6.

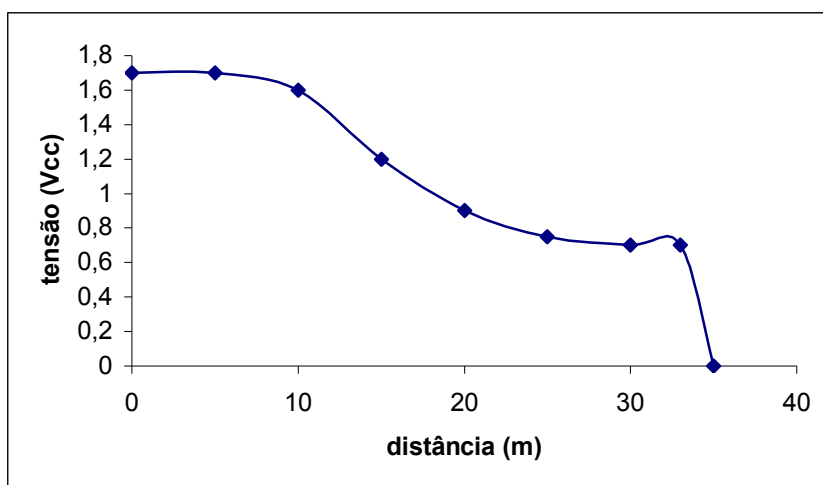


Figura 4.6. – Curva de resposta da tensão em relação à distância do transmissor em campo externo.

### ***4.3. Avaliação dos benefícios gerados pelo uso do dispositivo por portadores de deficiência auditiva***

O questionário elaborado foi objetivo e simples, de acordo com o anexo III, com entrevistas face a face, sendo solicitada a colaboração de 2 pessoas voluntárias, tendo sido feito um termo de consentimento para a participação na pesquisa, conforme anexo I e um termo de compromisso, conforme anexo II, e devidamente lidos e assinados pelos voluntários, sendo estes aprovados pelo comitê de ética, em 25/01/2006. Segundo a finalidade do projeto da pesquisa, os voluntários foram selecionados com diferentes perdas de audição.

Os dois voluntários, com deficiência auditiva, realizaram os testes sobre a eficiência do dispositivo, testando o seu funcionamento tanto para transmissão como para a recepção de acordo com o procedimento adotado. O resultado obtido com os voluntários foi muito bom, pois conseguimos verificar a eficiência e o alcance do dispositivo, notamos que num raio de 10 m da fonte transmissora o dispositivo tem uma grande eficiência.

Analisando a resposta ao questionário, os dois voluntários foram unânimes em dizer que necessitam de um dispositivo de auxílio para alertar quando campainha e/ou telefone são ativados, devido às suas deficiências auditivas.

Os dois acreditam também que o dispositivo poderia trazer mais autonomia em suas residências; de fato, eles poderiam ser alertados com eficiência sobre as chamadas, devido o dispositivo ser de fácil manuseio, com fácil identificação dos dois sinais sonoros monitorados, no seu ambiente familiar.

Pode-se destacar as respostas referentes ao interesse a respeito do dispositivo. Os dois voluntários mostraram uma boa satisfação pelo dispositivo, querendo saber a previsão para disponibilidade no mercado, sendo estipulado um preço justo até R\$500,00 para aquisição.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSSÕES, CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS**

Neste trabalho desenvolveu-se um dispositivo que transforme determinados sons e informa ao portador de deficiência auditiva até uma distância de 20 m, qual som foi acionado.

Um dispositivo de custo relativamente baixo tem o intuito de atender também a população de baixa renda. O dispositivo que foi desenvolvido é classificado como dispositivo auxiliar. Teve-se a preocupação de desenvolver um aparelho que utiliza circuitos eletrônicos simples compostos por componentes eletrônicos de *baixo custo*, para que qualquer portador de deficiência auditiva, principalmente o de baixa renda, possa futuramente utilizá-lo.

Utilizou-se como meio de visualização dos sinais sonoros monitorados dois Led's, um vermelho para identificação do telefone e um verde para a campainha; sendo que um vibrador foi utilizado com sistema de alerta para os dois sinais.

Com base nos resultados obtidos, foi mostrado que o dispositivo tem um bom desempenho e apresenta algumas vantagens que podem ser destacadas em comparação com os dispositivos auxiliares existentes. De fato, em relação aos dispositivos que existem no mercado, as campainhas residenciais acionam algumas luzes (lâmpadas) da casa, geralmente nos cômodos mais freqüentados pelo portador de deficiência auditiva. A vantagem do nosso dispositivo com relação a essas campainhas comercializadas é que o dispositivo receptor desenvolvido é carregado pelo portador de deficiência auditiva permitindo que o mesmo transite livremente em sua residência, sem a necessidade de ficar vinculado a um número restrito de cômodos, proporcionando ao portador de deficiência auditiva um pouco mais de liberdade e comodidade.

Com relação aos alarmes existentes para portadores de deficiência auditiva, a vantagem do dispositivo que desenvolvemos está na utilização de simples Leds e vibrador de telefone, sendo que os Leds podem ser substituídos por um mostrador de cristal líquido, que informará na forma de ícone qual sinal foi acionado.

Os telefones destinados aos surdos são muito utilizados, entretanto, quando o telefone é acionado, luzes dos cômodos mais freqüentados pelo portador de deficiência auditiva têm uma variação na intensidade. Com o uso do dispositivo receptor desenvolvido será possível detectar o toque do telefone em qualquer localidade da residência.

O dispositivo desenvolvido também pode captar sons de um despertador, choro de bebê e por meio de um sensor de vibração alertar o portador de deficiência auditiva, no entanto o sensor de vibração não ficará sob colchões ou travesseiros e sim junto ao portador de deficiência auditiva.

Outro aspecto interessante do dispositivo desenvolvido é o fato que este pode monitorar vários sinais elétricos da residência do portador de deficiência auditiva, enquanto os dispositivos auxiliares comercializados monitoram em geral apenas um determinado sinal.

Os portadores de deficiência auditiva que avaliaram o dispositivo ficaram satisfeitos com os resultados dos testes apresentados, demonstrando muito interesse em adquiri-lo para suas residências.

O alcance do dispositivo realizado no laboratório, feito em campo aberto, chegou até 33 m e no interior do laboratório até 19 m de raio, considerando as portas fechadas de um ambiente para o outro em relação ao transmissor e receptor, o teste foi um sucesso.

O dispositivo receptor é portátil, pesando menos de 300 gramas, colocado na cintura do portador de deficiência auditiva, através de um cinto, que permite ao portador de deficiência auditiva locomover-se pela sua residência com o dispositivo sem nenhum desconforto.

Os dispositivos transmissores poderão ser instalados da seguinte forma:

- O transmissor da campainha será instalado na entrada da residência.
- O transmissor do telefone será instalado junto à tomada telefônica.

Consideramos, a partir dos resultados dos testes realizados, que a montagem do dispositivo transmissor/receptor foi bem sucedida, sendo que os objetivos deste trabalho foram atingidos e que vários outros trabalhos ainda decorrerão do que foi realizado.

O dispositivo desenvolvido possibilita a detecção e visualização de somente dois sinais sonoros. Ressaltamos ser possível aumentar, sem grandes dificuldades o número de sons monitorados, como também o seu alcance, utilizando acionamento de portão eletrônico que atinge até 80 m em campo aberto.

O sistema de ondas de rádio frequência utilizado para o dispositivo permite eliminar as limitações de distância e de locomoção, pois essas ondas possuem longo alcance estimado em até 30 m.

Em termos de custo, os componentes utilizados são de fácil aquisição no mercado e de baixo custo. Estimamos um valor em torno de R\$130,00 para construção do dispositivo desenvolvido. Os dispositivos auxiliares encontrados no mercado são geralmente de preço mais elevado, o que faz com que sejam pouco acessíveis a todos os portadores de deficiência auditiva.

O dispositivo tem as seguintes dimensões:

- Transmissor da campainha: 110 X 32 X 22 mm.
- Transmissor do telefone: 115 X 74 X 25 mm.
- Receptor da campainha e do telefone: 115 X 74 X 32 mm.

A autonomia da bateria do transmissor da campainha é de 720 horas, em módulo de espera e 360 horas, em uso contínuo.

A autonomia do dispositivo receptor é de 120 horas, em módulo de espera e 72 horas, em uso contínuo.

Como trabalho futuro, poderíamos implantar no sistema de recepção do dispositivo de alerta, bateria recarregável, a fim de diminuir os gastos com o consumo de baterias. No transmissor da campainha, a tensão da rede elétrica poderia ser utilizada, em vez de uma bateria. Também o sistema de visualização (com os Leds) poderia ser substituído por um mostrador de cristal líquido, possibilitando identificadores como ícones para os sinais monitorados.

## **Referências Bibliográficas**

ALBERNAZ, P.L.M. – Implantes Cocleares Parte 1. **Revista Brasileira de Atualização em Otorrinolaringologia – Volume 2 n. 6:** 415(6), 418, 420, 422-3, 1995.

BALLANTYNE J., MARTIN M.C., MARTIN A., - **Surdez** - Trad. de Sandra Costa. 5.ed. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995.

BEVILACQUA, M.C.; COUBE, C.Z.V. – O Papel do Fonoaudiólogo na Equipe de Implante Coclear no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio Palatais – USP. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia – Ano 1 n. 1:** 14-5-6, 1997.

BIREME – Internet. Disponível em <http://bases.bireme.br/> em 21/12/2005.

BUENO, F. S. – **Grande dicionário etimológico- prosódico da língua portuguesa.** São Paulo, Ed. Saraiva, 1963.

COOPER, H. – Practical Aspects of Audiology. Cochlear Implants. **A Practical Guide.** London, 1991.

ERENCE, M.J., LEMON, H.B., STEPHESOM, R.J.- **Curso de Física: Ondas (som e luz)** – Trad. de José Goldemberg, Edgard Blücher Ltda, Universidade de São Paulo, São Paulo, /1969/.

FERREIRA, A. B. H. – **Novo dicionário da língua portuguesa**, 3. ed. Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira, 1999.

FLOYD T.L., - **Eletronic Devices** - New Jersey, Prentice Hall, p.838-868, 1996.

LALOND, D.E., ROSS, J.A. - **Princípios de Dispositivos e Circuitos Eletrônicos** – Trad. de Alex Bello Feres Francisco. São Paulo, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1999, v.2.



LISBOA, T. - **Dispositivo Eletro-Óptico a Base de Cristais Líquidos Para Auxiliar os Deficientes Auditivos na Visualização de Sinais Sonoros**. Mogi das Cruzes, 2003.67p. Dissertação de mestrado em engenharia biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes.

MICHAELIS – **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo, Cia. Melhoramentos, 1998.

PACIORNIK, R. – **Dicionário médico**, 2. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1975.

REY, L. – **Dicionário de termos técnicos de medicina e saúde**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A., 1999.

SEDRA A.S., SMITH K.C., - **Microeletrônica** – São Paulo, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1995, v.2.

SKLIAR, C. Org. – **Educação e exclusão: abordagens sócio-antropológicas em Educação Especial**. Porto Alegre. Editora Mediação, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. **Nomina anatômica, 3. Ed.** Rio de Janeiro, MEDSI, 1984.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. **Terminologia anatômica**. São Paulo, Ed. Manole Ltda., 2001.

VASCONCELOS A.M.S. org., WIESELBERG M.B. org., - **Aparelhos Auditivos: Guia Prático de cuidados e uso** – Carapicuíba, Pró-Fone Departamento Editorial, 1994.

VASCONCELOS L.G.E., MORAES M.F.B.B., BRAGA S.R.S., - **Protetização Auditiva: Reflexões sobre sua Adequação** – São Paulo, Fundação de Otorrinolaringologia, 1997.

## ANEXO I

---

Termo livre e esclarecido de Consentimento para Participação da Pesquisa em “Desenvolvimento de um sistema de alerta eletroóptico residencial para auxiliar os portadores de deficiência auditiva”.

Voluntário: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

### **Esclarecimentos:**

1. O voluntário não terá nenhum tipo problema durante o experimento, nem físico e nem emocional. A pesquisa inclui o uso de técnicas não-invasivas. O dispositivo que o voluntário leva junto do seu corpo é alimentado por uma bateria de 9VCC, onde ao toque de uma campainha ou telefone ou os dois em conjunto, emite para o dispositivo um sinal de radio freqüência que é transformado em luz e vibração, fazendo com que haja condição de distinguir um sinal do outro.
2. A atual pesquisa consiste em:
  - Desenvolver um dispositivo capaz de alertar o portador de deficiência auditiva do acionamento de uma ou mais fontes sonoras, sendo este desenvolvido nas dependências da UMC, pelo mestrando Rogelio Aparecido da Silva, com a orientação do Prof. Dr. Jean Jacques Bonvent.
  - Avaliar a funcionalidade e eficiência do dispositivo; por isso, voluntários participarão da pesquisa. O dispositivo será instalado na residência do voluntário durante um período de dois meses.
  - A aplicação de um questionário sobre o desempenho do dispositivo e o grau de satisfação do voluntário.
3. Todas as informações requeridas pelo voluntário, bem como qualquer dúvida, serão imediatamente consideradas e esclarecidas, deixando aberta ao mesmo a possibilidade de interrupção de sua participação a qualquer instante.
  - Os pesquisadores comprometem-se a divulgar ao voluntário todos os resultados obtidos durante o experimento/pesquisa.
  - Todas as despesas decorrentes da participação do voluntário, referentes à pesquisa, independente de sua natureza, são de total responsabilidade dos pesquisadores.
  - O nome e o endereço do voluntário, bem como qualquer dado que possibilite sua identificação, serão mantidos em sigilo absoluto.
  - Esta pesquisa foi elaborada e regulamentada de acordo com as normas e diretrizes de pesquisa envolvendo seres humanos, atendendo a resolução

n° 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – Distrito Federal.

- Telefones para contato: Rogelio (0XX12) 97931912 ou (0XX12) 39515959.
- Para maiores informações entrar em contato com o Comitê de Ética no telefone (0XX11) 47987085.

Eu, \_\_\_\_\_, em  
\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ confirmo que recebi uma cópia do termo de consentimento especificado, concordando com os termos adotados acima.

---

Voluntário:  
R.G. :

## ANEXO II

---

### TERMO DE COMPROMISSO

Eu, \_\_\_\_\_, portador do R.G. \_\_\_\_\_, estou ciente e de pleno acordo em participar voluntariamente da pesquisa referente à **Desenvolvimento de um sistema de alerta eletroóptico residencial para auxiliar os portadores de deficiência auditiva**, a ser realizada no período de Dezembro/2005 à Fevereiro/2006, na UMC, sabendo que os resultados obtidos farão parte da Dissertação do Mestrado de Engenharia Biomédica, bem como a divulgação de todos os resultados obtidos pelo mestrando Rogelio Aparecido da Silva, sob a orientação do Prof. Dr. Jean Jacques Bonvent.

Mogi das Cruzes, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006.

---

Voluntário:  
R.G. :

---

Mestrando: Rogelio Aparecido da Silva  
R.G. : 16303222

## ANEXO III

---

### QUESTIONÁRIO

- Qual é o nível de perda de sua audição, segundo o teste audiométrico?  
Até 40 dB  De 41 à 80 dB  Acima de 80 dB
- Na sua residência, há necessidade de um dispositivo de auxílio para ser alertado quando a campainha e/ou telefone foram acionados?  
Sim  Não
- Você acredita que este tipo de dispositivo poderia lhe trazer mais autonomia na sua residência?  
Sim  Não
- O que você achou do dispositivo testado?  
Muito interessante  Interessante  Irrelevante
- O que você espera ganhar com um dispositivo de auxílio como este em sua casa?  
Ter mais autonomia  Ter mais segurança  Ter mais conforto
- Quanto ao alcance do dispositivo testado dentro e fora de sua casa?  
Ótimo  Bom  Ruim
- Quanto ao preço, qual seria um preço que você poderia pagar para ter um dispositivo deste tipo?  
Até R\$150,00  Até R\$500,00  Até R\$1.000,00

**Obrigado pela Colaboração!!!**

## ANEXO IV

---

### LISTA DE MATERIAIS

#### ***CIRCUITO TRANSMISSOR DA CAMPAINHA***

04 capacitores cerâmicos: C1= 6 pF, C2= 33 pF, C3= 10 pF e C4= 10 nF.

01 capacitor eletrolítico: C5= 100 µF por U=16 V.

01 resistor de filme: R1=1,2 GΩ, 4%, 1/4 W.

01 resistor de filme: R2=170 kΩ, 1%, 1/4 W.

01 resistor de carvão: R3=220 Ω, 10%, 1/4 W.

01 resistor de filme: R4=5,1 kΩ, 1%, 1/4 W.

01 circuito integrado: J1= M1E 95.

01 chave seletora: S2.

01 interruptor: S1.

01 diodo emissor de luz (Led vermelho): D1.

01 transistor: Q1= C9018.

01 bateria: (tipo V23GA) de 12V.

## ***CIRCUITO TRANSMISSOR DO TELEFONE***

01 capacitor de poliéster: C6= 1 $\mu$ F, U= 250V.

05 capacitores cerâmicos: C7 = 100 nF, C9 = 33 pF, C10 = 33 pF, C12 = 10 nF e C13= 6pF.

02 capacitores eletrolíticos: C8= 10  $\mu$ F, U= 35V e C11= 100  $\mu$ F, U= 16V.

05 resistores de carvão: R5= 1,2 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R6= 1,2 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R7= 8,2 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R10= 2k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R11= 220 $\Omega$ , 10%, 1/4 W.

01 resistor de filme: R8=1,2 G $\Omega$ , 4%, 1/4 W.

01 resistor de filme: R9=2,8 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W.

02 circuitos integrados: J2= kA2418, J3= M1E 95.

01 chave seletora: S3.

02 diodos emissores de luz (Led vermelho): D2 e D3.

01 transistor: Q2= C9018.

## **CIRCUITO RECEPTOR DA CAMPAINHA E DO TELEFONE**

16 capacitores cerâmicos: C15= 20 pF, C17= 20 pF, C19= 100 nF, C20= 3 pF, C21= 2,2 nF, C22= 8,2 pF, C23= 10 nF, C24= 1 pF, C26= 20 pF, C28= 20 pF, C30= 100 nF, C31= 3 pF, C32= 2,2 nF, C33= 8,2 pF, C34= 10 nF, C35= 1 pF.

06 capacitores eletrolíticos: C14= 1 nF, U= 50V, C16= 1  $\mu$ F, U= 50V, C18= 100  $\mu$ F, U= 16V, C25= 1 nF, U= 50V, C27= 1  $\mu$ F, U= 50V, C29= 100  $\mu$ F, U= 16V.

28 resistores de carvão: R12 = 20  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R13 = 390 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R14= 480  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R15 = 10 M $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R16 = 100 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R17 = 47 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R18 = 47 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R19 = 4,7 M $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R20 = 10 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R21= 10 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R22 = 220  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R23 = 680  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R25 = 33 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R26 = 20  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R27 = 390 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R28= 480  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R29 = 10 M $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R30 = 100 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R31 = 47 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R32 = 47 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R33 = 4,7 M $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R34 = 10 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R35= 10 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R36 = 220  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R37 = 680  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R39 = 33 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R40 = 10  $\Omega$ , 5%, 1/4 W, R41 = 10  $\Omega$ , 5%, 1/4 W.

02 resistores de filme: R24=120  $\Omega$ , 3%, 1/4 W, R38=120  $\Omega$ , 3%, 1/4 W.

04 circuitos integrados: J4= M1D 95, J5= HA17358, J6= M1D 95, J7= HA17358.

02 chaves seletoras: S4, S5.

02 diodos emissores de luz (Led): D4 (verde), D5 (vermelho).

04 transistores: Q3= S9013, Q4= C9018, Q5= S9013, Q6= C9018.

02 indutores micro-choques de RF: L1= 100  $\mu$ H e L2= 100  $\mu$ H.

01 vibracall de telefone celular: VC1.

01 bateria de 9 Vcc.



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)