

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ESTUDO SOBRE PERCEPÇÃO TÁTIL UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE BAIXO  
CUSTO PARA A MELHORIA DA ACESSIBILIDADE DO DEFICIENTE VISUAL**

**RODRIGO LEONE ALVES**

**PROF. DR. BENEDITO GUIMARÃES AGUIAR NETO**  
Orientador

**PROF. DR. RAIMUNDO CARLOS SILVÉRIO FREIRE**  
Co-Orientador

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**  
2007

**RODRIGO LEONE ALVES**

**ESTUDO SOBRE PERCEPÇÃO TÁTIL UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE BAIXO  
CUSTO PARA A MELHORIA DA ACESSIBILIDADE DO DEFICIENTE VISUAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Campina Grande como pré-requisito para obtenção do grau de mestre em Engenharia Elétrica.

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**Novembro de 2007**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFG

A474e

2007 Alves, Rodrigo Leone.

Estudo sobre percepção tátil utilizando dispositivos de baixo custo para a melhoria da acessibilidade do deficiente visual /Rodrigo Leone Alves.

Campina Grande: 2007.

72f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

Referências.

Orientadores: Dr. Benedito Guimarães Aguiar Neto, Dr. Raimundo Carlos Silvério Freire.

1. Estimulador vibrotátil. 2. Estimulador multicanal. 3. Cegos. I. Título.

CDU- 621.3.049.77:159.935(043)

**ESTUDO SOBRE PERCEPÇÃO TÁTIL UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE BAIXO  
CUSTO PARA A MELHORIA DA ACESSIBILIDADE  
DO DEFICIENTE VISUAL**

**RODRIGO LEONE ALVES**

Dissertação Aprovada em 27.11.2007



**BENEDITO GUIMARÃES AGUIAR NETO, Dr.-Ing., UFCG**  
Orientador



**RAIMUNDO CARLOS SILVÉRIO FREIRE, Dr., UFCG**  
Orientador



**BENEDITO ANTONIO LUCIANO, D.Sc., UFCG**  
Componente da Banca



**JOSEANA MACEDO FECHINE, D.Sc., UFCG**  
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB  
NOVEMBRO - 2007

*A Deus.*

*Aos meus pais **Elcir de Souza Alves** e  
**Cristina Magalhães Leone Alves.***

*À minha esposa, **Manuella Thereza.***

*Ao meu irmão **Leonardo** e à minha avó  
**Terezinha de Jesus.***

***Dedico este trabalho***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, a oportunidade de realização deste trabalho.

Ao meu Professor e Orientador Benedito Guimarães Aguiar Neto, por ter acolhido e acreditado neste trabalho, orientando com precisão e sempre disponível para as discussões necessárias.

Ao Professor Raimundo Carlos Silvério Freire pelas suas contribuições a este trabalho com as orientações e sugestões necessárias a cada etapa.

À professora Joseana Fachine pelas críticas construtivas necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

A Silvana por contribuir com idéias e sugestões.

A Wanderley pela ajuda nas partes práticas necessárias a este trabalho.

A meus pais Elcir e Cristina, o apoio irrestrito a meu crescimento intelectual.

A Manuella, minha esposa amiga e companheira, pelo apoio, paciência e compreensão.

À Universidade Federal de Campina Grande, ao Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba e ao CNPq.

A todos que, direta ou indiretamente, me incentivaram no decorrer deste trabalho.

**O meu sincero muito obrigado!**

*“A maior deficiência dos seres humanos é acreditar que as deficiências não os tornam homens iguais.”*

*Anônimo*

## RESUMO

Neste trabalho é apresentada uma metodologia simples para estudo da percepção tátil de deficientes visuais, utilizando dispositivos vibrotáteis de baixo custo. É fundamentado a partir dos postulados formulados por autores que acreditam que o desenvolvimento de um mecanismo de estimulação vibrotátil de baixo custo pode se tornar um recurso produtivo aos cidadãos portadores de deficiência visual, criando valor para o departamento a qual se destina este estudo e se tornando ainda mais importante aos estudos acadêmicos. Para justificar essa importância, foram seguidas as metas traçadas na metodologia deste trabalho, buscando, através do modelo experimental proposto por teóricos da pesquisa científica, identificar quais vantagens um deficiente visual pode obter quando do uso de dispositivos de baixo custo para auxílio à sua inserção social. Neste estudo, são analisadas em detalhes e são apresentadas claramente a compreensão dos principais experimentos sobre o tema. Os resultados mostram que a aplicação de um estimulador vibrotátil multicanal de baixo custo para os deficientes visuais possibilita um mecanismo satisfatório de auxílio à melhoria de sua sociabilidade.

**Palavras-chave:** Estimulador Vibrotátil. Estimulador Multicanal. Cegos.

## **ABSTRACT**

This work presents a simple method to study of tactile perception of visual handicapped persons using a low cost vibro-tactile device. It is based upon postulates, created by authors that believe on the development of a low cost vibro-tactile mechanism that can turn into a productive resource to citizens that carry visual disabilities, aggregating value to the department this study is planned to and becoming even more important to the academic community. To justify this importance, the previously traced goals on the methodology of this work were followed, seeking, through the experimental model proposed by the other researcher, to identify which advantages a person with visual disabilities can gain when using low cost apparatus that help on social including. In this study, the comprehension of the main experiments about this theme, are analyzed in details. The results shows that the application of a low cost multi-channel vibro-tactile device for visual handicapped persons, enables a satisfactory mechanism of sociability enhancement help.

**Keywords:** Vibro-tactile estimator. Multi-channel estimator. Blindness.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.2 MOTIVAÇÃO AO ESTUDO .....	11
1.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DO ESTUDO .....	12
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO .....	13
1.5 RELEVÂNCIA DO TRABALHO .....	14
1.6 OBJETIVOS DO ESTUDO .....	15
1.7 ABRANGÊNCIA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	17
1.8 CONTRIBUIÇÕES .....	17
1.9 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
<b>2 O PORTADOR DE DEFICIÊNCIA VISUAL</b> .....	19
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO .....	19
2.2 O CONCEITO DE DEFICIÊNCIA .....	21
2.2.1 Deficiência Visual .....	23
2.2.1.1 <i>Visão subnormal</i> .....	23
2.2.1.2 <i>Cegueira</i> .....	24
<b>3 A TECNOLOGIA DE SUBSTITUIÇÃO SENSORIAL VOLTADA PARA O DEFICIENTE VISUAL</b> .....	28
3.1 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO VISUAL AMPLIADA .....	31
3.2 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO AUDITIVA .....	32
3.3 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO TÁTIL .....	32
3.4 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO OLFATIVA .....	33
3.5 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO GUSTATIVA .....	33
3.6 DISPOSITIVOS TRANSCRITORES .....	34
3.7 QUAL DISPOSITIVO DE ACESSO À INFORMAÇÃO VOLTADO PARA O DEFICIENTE VISUAL É MELHOR? .....	34
3.10 UMA PROPOSTA MAIS ECONÔMICA DE DISPOSITIVO SENSORIAL TÁTIL PARA CEGOS .....	36
3.10.1. Modelo proposto para os experimentos do estudo .....	37
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	40
4.1 DESCRIÇÃO DA PESQUISA .....	40
4.2 CAMPO EMPÍRICO .....	41

4.3 UNIVERSO E AMOSTRAGEM .....	41
4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	42
4.5 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	42
<b>5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS.....</b>	<b>44</b>
5.1 EXPERIMENTO I .....	44
5.2 EXPERIMENTO II .....	47
5.3 EXPERIMENTO III .....	50
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A – ROTINA PARA CONTROLE DA PORTA DOS MOTORES DE</b> <b>VIBRACALL ATRAVÉS DA PORTA PARALELA .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE B – PUBLICAÇÕES EM EVENTOS.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A falta de um dos cinco sentidos: audição, visão, olfato, tato e paladar traz uma série de conseqüências ao ser humano, uma vez que cada uma dessas modalidades sensoriais é formada por receptores que adquirem a informação e as repassam ao cérebro para que este decodifique cada uma e compreenda da sua devida forma.

Existem deficiências que são formadas pela combinação de duas perdas de modalidades sensoriais. Uma dessas deficiências é chamada de surdocegueira que, se constitui da falta da visão combinada com a falta de audição. Esse tipo de deficiência é muito grave, pois os sentidos da audição e da visão são os sentidos que permitem à pessoa o reconhecimento do mundo, fornecem informação instantânea a sua volta e facilitam o acesso à cultura, ou seja, à sócio-educação. As pessoas com a surdocegueira são privadas destas facilidades, elas precisam recorrer ao tato que oferece informações pontuais, mais demoradas e obtidas por meios de comunicações alternativos.

Uma pessoa surdo-cega não é apenas uma pessoa surda que não pode ver e nem um cego que não pode ouvir. Não se trata de simples somatória de surdez e cegueira, nem é só um problema de comunicação e percepção, ainda que englobe esses e alguns mais (MCINNES; TREFFY, 1991). Quando a visão e a audição estão gravemente comprometidas, os problemas relacionados à aprendizagem dos comportamentos socialmente aceitos e a adaptação ao meio, multiplicam-se (TELFORD; SAWREY, 1976).

Se a mente desconhece uma experiência ou contato com essa informação, esse processo é denominado sensação. Por conseguinte, a sensação e conseqüentemente a informação é comparada e memorizada para ser compreendida. Esse processo é a percepção (HALE; STANLEY, 2004).

A aprendizagem, que é a percepção de estímulos sensoriais, é feita mediante a percepção e a sensação, que são memorizados e comparados ordenadamente, a fim de serem avaliados e projetados em comportamento, que é a resposta a um estímulo particular (TERWILLIGER, 1974; ROBERTS, 1996).

Segundo Barros (2004), a comunicação lingüística entre as pessoas requer, além da emissão de estímulos codificados apropriadamente, a fim de serem

perceptíveis, um correto funcionamento das modalidades sensoriais, e atividade mental normal. Se não houver o funcionamento correto dos fatores biológicos e psicológicos, a capacidade de comunicação sofre perdas, e conseqüentemente, afeta o desenvolvimento cognitivo, intelectual da pessoa e da adaptação social.

Se as modalidades da audição e visão forem as afetadas, o desenvolvimento psicológico e social da pessoa fica afetado pois, esses sentidos são os maiores responsáveis de absorver a maioria das impressões sensoriais, em função da agilidade na aquisição e processamento das informações comparando-se com os demais sentidos.

Porém, uma pessoa afetada com tal deficiência não pode ser privada do meio social, nem impedida de ter acesso à informação e a comunicação. Segundo Fritz e Baner (1999), isto pode ser resolvido pela substituição sensorial.

A substituição sensorial é usada há muito tempo, pois mesmo quando um cego lê em braile usando o sentido do tato e um surdo faz leitura labial usando a visão estão fazendo uso de um sentido para substituir a falta de outro (AMIRALIAN, 1995).

O sentido tátil vem sido largamente utilizado para substituição sensorial, pois, se for bem explorado, o tato pode ser muito eficiente para passar informações acústicas e visuais para um portador de deficiências sensoriais auditivas e/ou visuais.

Métodos conhecidos fazem uso do tato para promover a substituição de um sentido por outro. Um exemplo é o método de Tadoma. Existem ainda métodos de estimulação da pele por meio de estimuladores externos para que se consiga passar informações através do tato. Os sistemas táteis de substituição sensorial podem basear-se em estimulação vibrotátil ou estimulação eletrocutânea (KACZMAREK; WEBSTER; BACH-Y-RITA, 1991) sendo que a maior parte dos dispositivos desenvolvidos utiliza estimulação vibrotátil (CHABA, 1991).

## 1.2 MOTIVAÇÃO AO ESTUDO

A substituição sensorial usada para promover a inclusão social, integração e comunicação do indivíduo surdo-cego é uma alternativa a ser considerada,

objetivando o devido apoio a essas pessoas no sentido de contribuir para o exercício da cidadania.

Por esse motivo é que se fez necessário tal estudo, avaliando as necessidades reais do surdo-cego, a sua percepção tátil e respostas a tais estímulos, buscando uma melhoria sócio-econômico-educacional na vida destes indivíduos portadores de tais deficiências.

Sendo assim, desenvolveu-se a partir deste estudo um estimulador multicanal, de baixo custo, em forma de luva para se estudar a resposta da e a percepção ao estímulo vibrotátil, aplicado ao deficiente e, usando esse tipo de substituição sensorial, avaliar a percepção tátil de pessoas com deficiência visual.

Portanto, foi com as experiências desenvolvidas deste estudo e pelo convívio com pessoas com deficiência visual, que se verificou a necessidade de buscar o entendimento das necessidades dessas pessoas e, conseqüentemente, apresentar uma formulação que buscasse uma melhoria das condições sócio-educacionais aos cegos.

### 1.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DO ESTUDO

Atualmente estão surgindo novas tecnologias e novos produtos objetivando melhorar a qualidade de vida das pessoas. No entanto, quase todos os produtos excluem alguns usuários desnecessariamente. O projeto de um estimulador multicanal, de baixo custo, poderá reduzir essa exclusão.

Para o contexto deste estudo é importante diferenciar “acessibilidade” de “inclusividade”. Um ambiente pode ser acessível, mas não inclusivo. Por exemplo, o cinema é um local acessível, pois existem rampas e local apropriado para pessoas com cadeiras de rodas, no entanto não é um ambiente inclusivo, pois a pessoa não tem a liberdade de escolher o lugar que quer assistir ao filme.

A grande dificuldade é de como fazer um projeto de produto inclusivo, pois existe uma carência metodológica nessa área e isso se torna um desafio. Atualmente existem ferramentas para avaliação do produto, mas não existe nenhum processo de projeto, de modo sistemático que possa resolver o problema.

Portanto, para resolver esse problema, esta dissertação investiga a percepção tátil, de pessoas com deficiência visual, a estímulos vibrotáteis gerados a partir de dispositivos de baixo custo e facilmente encontrados. Buscou-se neste estudo uma avaliação de dispositivos acessíveis que venha a ser utilizado pelo cego para facilitar sua maior inclusão na sociedade.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Autores afirmam que a população mundial está envelhecendo e o número de pessoas com deficiência está aumentando (KEATES; CLARKSON, 2003). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que 10% da população mundial possui algum tipo de deficiência. Na Europa é estimado que 24% do total da população terá idade acima de 65 anos em 2030 (KINSELLA; VELKOFF, 2001). No Brasil, segundo o IBGE, existem aproximadamente nove milhões de pessoas com deficiência física e/ou alguma deficiência motora (ter alguma ou grande dificuldade permanente de caminhar ou subir escadas), 2,4 milhões com grande dificuldade de enxergar, entre outras.

Estimando-se a população com algum tipo de deficiência em 14,5% da população total, ou seja, aproximadamente 24,5 milhões de pessoas teriam algum tipo de deficiência no país. Com a mudança demográfica global, não só o mercado brasileiro, mas também o mundial está necessitando do desenvolvimento de produtos e serviços que permitam a inclusão e participação de todas as pessoas na sociedade, pois os produtos atuais, desenvolvidos especificamente para o público com necessidades especiais possuem custo alto. Essas pessoas formam um grande e potencial mercado consumidor que quer adquirir produtos, ir para o lazer, participar de eventos, participar do mercado, e que ficam em suas casas porque o sistema atual não está preparado para recebê-las. É possível que o motivo seja a falta de conhecimento do assunto ou a falta de uma sistematização estruturada para direcionar o processo de projeto.

Desde que surgiram os primeiros princípios sobre o *Universal Design* (STORY et al., 1998), foi observado o grande crescimento de textos e informações em sites internacionais e a divulgação em revistas internacionais. No entanto, tal

conhecimento está se espalhando de modo desorganizado, encontrando-se as informações repetitivas e inviáveis de se consultar. Outro problema é a inexistência de métodos e ferramentas para apoiar os profissionais nessa área. Portanto, torna-se imprescindível a organização destes dados, juntamente com o desenvolvimento de uma estrutura sistemática que auxilie os projetistas no desenvolvimento de produtos inclusivos para consolidar esta atividade na indústria. Logo, é preciso direcionar o processo de projeto inclusivo, disponibilizar ferramentas e métodos e exemplificar o momento correto de utilizá-los (COY, 2003).

Pirkl (1994) acredita que é possível criar produtos que possam ser usados por qualquer pessoa, não importando a idade ou a habilidade do indivíduo. Neste sentido, para haver uma inclusão das pessoas com necessidades especiais, é necessário desenvolver uma metodologia inclusiva com métodos e ferramentas que possam ser aplicadas no processo de projeto utilizado nas indústrias direcionados às pessoas de baixa renda.

Essa atitude irá alertar o projetista, durante o desenvolvimento de produto, a se preocupar com questões inclusivas e, assim, desenvolver um produto inclusivo.

Com base na revisão bibliográfica, verificou-se que existe uma preocupação em incluir pessoas com necessidades especiais no mercado de consumo, porém não existe, ainda, uma metodologia de projeto para atingir o objetivo de fazer essa inclusão.

## 1.5 RELEVÂNCIA DO TRABALHO

O desenvolvimento de um estimulador multicanal de baixo custo, além de estratégico para inovação de produtos direcionados aos deficientes visuais e tornar os produtos mais competitivos na indústria, também possui um grande aspecto a ser considerado, o da inclusão social.

A inclusão das pessoas com necessidades especiais na sociedade (DISCHINGER et al., 2004; ELY et al., 2001; FÁVERO et al., 2004; HOOD et al., 2005; MANTOAN, 2005; MANTOAN, 1997) exige um trabalho de equipes multidisciplinares em várias áreas, por exemplo, na área da Educação, da Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica e da Arquitetura. No

âmbito social, têm-se as leis e normas que estão cada vez mais se importando com essa inclusão. Atualmente as leis estão ganhando força no Brasil e as normas estão sendo revisadas para melhor atender a essas pessoas.

Dischinger et al. (2004, p. x) diz que:

Para que haja inclusão e a participação de pessoas na sociedade de forma eqüitativa é necessário garantir total acesso aos mais diversos locais e atividades. As barreiras que comprometem a participação das pessoas em atividades desejadas são de ordem diversa, compreendendo fatores sócio-culturais, econômicos e espaciais. Quando as pessoas possuem algum tipo de deficiência, estas barreiras se agravam afetando suas condições de acesso aos lugares, à obtenção de informações e o próprio desempenho das atividades. Compreender a natureza das restrições para a participação de todas as pessoas é fundamental para buscar soluções que permitam sua superação e possibilitem a inclusão.

Devido às dimensões dos problemas e a urgência em buscar soluções para produtos, é necessário que se adquira conhecimento sobre as diferentes habilidades e limitações de usuários com necessidades especiais, para que os produtos sejam acessíveis a mais abrangente população possível. É fundamental, também, que estes profissionais possam compreender a complexidade do problema para uma correta aplicação do produto ao seu usuário final. Finalmente, é importante que se desenvolvam atitudes e métodos de projeto que permitam, desde a fase inicial do projeto, incorporar as diferentes necessidades dos usuários (ELY et al., 2001).

A proposição de uma metodologia inclusiva sistematizada por meio de atividades, etapas, tarefas, ferramentas e métodos irá direcionar e dar apoio no desenvolvimento dessa nova abordagem de produtos inclusivos.

A importância do tema do trabalho está em solucionar o problema de desenvolver um produto que seja inclusivo baseado na filosofia nos princípios do *Universal Design*, através da linha de pesquisa de desenvolvimento de metodologias de projeto que viabilize a utilização de uma população com pouca renda.

## 1.6 OBJETIVOS DO ESTUDO

O objetivo geral desta dissertação consiste em investigar a percepção tátil de pessoas com deficiência visual por meio de um estimulador multicanal

desenvolvido em forma de uma luva, de baixo custo, que poderá passar informações a essas pessoas através de vibrações na ponta dos dedos, pesquisando e indicando aplicações que possam utilizá-la como meio de comunicação, sejam de sinalização ou aprendizagem.

Para atingir tais objetivos, se faz necessário seguir algumas etapas:

#### **a) Estudo da sensibilidade vibrotátil em indivíduos cegos**

Analisar as formas de percepção tátil em pessoas com deficiência, bem como o ponto de aplicação de estímulos.

#### **b) Estudo da forma e diversidade do estímulo por canal**

Estimuladores táteis utilizam transdutores para transmitir informações através de vibração. Cada transdutor usado para passar informações representa um canal de comunicação. Se tiver mais de um transdutor, tem-se um sistema multicanal. O sistema desenvolvido é composto por 5 (cinco) transdutores, caracterizando um sistema multicanal. Nesse sistema, aplica-se uma vibração na ponta de cada dedo da mão do deficiente, que busca compreender a mensagem transmitida. Neste sentido, tornou-se necessário estudar qual a melhor forma de estímulo, a quantidade de estímulos por canal que se pode aplicar, a frequência e a duração etc.

#### **c) Propostas de aplicação do sistema**

O sistema de 5 (cinco) canais desenvolvido abre possibilidade para múltiplas aplicações. Foram propostas aplicações diversas para o uso desse sistema, seja a sinalização de eventos, percepção do ambiente ou comunicação com pessoas que possuem deficiências sensoriais.

O domínio de estudo desta dissertação refere-se às fases de projeto estudo da viabilidade e projeto preliminar e envolve a proposição e sistematização do processo de projeto através da identificação de ferramentas de projeto para integrar o conhecimento (informações) proveniente das distintas áreas envolvidas nesta atividade.

## 1.7 ABRANGÊNCIA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Abordar um assunto tão diversificado como o desenvolvimento de projetos inclusivos para pessoas com deficiência é um trabalho para várias teses. Uma das dificuldades neste trabalho foi limitar o assunto, pois ele é muito abrangente, multidisciplinar e pode ser aplicado em várias áreas, como por exemplo, na Educação, na Computação, na Engenharia Civil, na Engenharia Mecânica, Arquitetura, Medicina, entre outras. O grande desafio é desenvolver um produto que possa acomodar uma ampla faixa de usuários, incluindo crianças, idosos, pessoas com deficiência e pessoas com tamanho ou formas atípicas que sofram de uma proporcional deficiência visual e que estejam inseridas nas comunidades menos favorecidas da população.

Muito se pensou nessa questão e como a presente dissertação é uma pequena contribuição nesta área tão vasta, inicialmente optou-se por limitar o trabalho a incluir na sociedade pessoas com deficiências visuais, já que essas pessoas podem formar um grupo homogêneo. O fato é que se o produto for acessível a esse grupo, ele será acessível e aceito pelas outras pessoas com maior facilidade, tanto no uso quanto no entendimento do produto e na sua aquisição, já que se trata de um produto de baixo custo.

## 1.8 CONTRIBUIÇÕES

Como contribuição, pode-se destacar que este trabalho disponibiliza informações e conhecimento explícito, de maneira ampla e organizada, para a realização das fases iniciais do processo de projeto para o desenvolvimento de produtos inclusivos. Alguns aspectos mais específicos podem ser destacados, como:

- Melhor entendimento das fases iniciais do processo de projeto, suas interfaces e interações com áreas e domínios de conhecimento no desenvolvimento de produtos;

- Agregação de conhecimento de conceitos sobre os deficientes em pesquisas na área de metodologia de projeto;
- Identificação e detalhamento de técnicas, métodos, ferramentas e outros pertinentes às fases que estão sendo tratadas;
- Formalização do processo de projeto, de maneira a possibilitar uma sistematização que seja útil e coerente com as características de produtos inclusivos para a população cega.

## 1.9 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 foram apresentados itens contendo introdução, objetivos, justificativas, relevância do trabalho, finalizando com a apresentação da estrutura do trabalho.

Apesar de ser um tema importante, relativamente poucos trabalhos têm sido publicados. Assim foi necessária uma intensa pesquisa bibliográfica para efetuar o levantamento do estado da arte do assunto. Esta revisão da literatura é apresentada nos Capítulos 2 e 3.

No Capítulo 2 são abordados alguns conceitos e definições, sobre o portador de deficiência visual, fundamentais para o perfeito entendimento do assunto, resultando em subsídios conceituais para as proposições desta dissertação.

No Capítulo 3 é apresentado um levantamento das tecnologias voltadas para o portador de deficiência visual.

No Capítulo 4 é apresentado o modelo metodológico de referência utilizado, a sistematização das fases iniciais da metodologia,

È apresentado no Capítulo 5 a aplicação desta metodologia através de um estudo prático com experimentos de percepção a estímulos gerados pelo estimulador multicanal e seus resultados. Finalizando o trabalho, no Capítulo 6 é apresentada numa avaliação final, uma avaliação dos resultados obtidos em relação aos objetivos iniciais do projeto e as conclusões.

## **2 O PORTADOR DE DEFICIÊNCIA VISUAL**

O presente capítulo objetiva a caracterização do deficiente visual com o intuito de fundamentar o desdobramento desta dissertação nos próximos capítulos desse estudo. Onde iremos abordar a classificação dos deficientes visuais em subnormal e cegos, sendo que seus perfis estão diretamente identificados com a opção pela tecnologia condizente com as suas necessidades de aquisição de meios para sua melhor sociabilidade. Bem como se apresenta o contexto histórico da deficiência e os dados estatísticos da prevalência de deficientes, particularmente dos portadores de deficiência visual.

Como é cerne nessa dissertação relacionar o deficiente visual à Engenharia Elétrica, particularmente ao uso de dispositivos elétricos que auxiliem na sua vida social, a caracterização do deficiente visual será feita sob os enfoques clínico e sócio-educacional.

### **2.1 CONTEXTO HISTÓRICO**

As obras clássicas que tratam sobre o tema da deficiência delatam que por toda a historicidade humana os indivíduos portadores de alguma deficiência eram execrados pela sociedade, muita das vezes por seus próprios familiares. Em muitas sociedades antigas, não muito diferente do mundo de hoje, detinha a cultura de eliminar os portadores de deficiência, características muito comuns de sociedades como a egípcia, a hebraica, a grega e a romana. No caso da civilização grega, caso específico era o da cidade-estado de Esparta, que se caso nascesse um cidadão espartano com algum tipo de deformidade este era imediatamente executado. Todavia, havia sociedades antigas que não agiam com tal crueldade, porém, o deficiente vivia a margem da sociedade, como em Roma.

Sobre essas abordagens Yamamoto (1995, p. 14) redige o seguinte:

Quando eliminados - geralmente, os povos se justificavam com o fato da pessoa não possuir condições para sua própria sobrevivência, para obter alimentos e se proteger contra os perigos naturais. Justificavam-se, também, pela crença e pelo misticismo, pois as tribos acreditavam que a deficiência era um sinal da presença de divindades negativas. A eliminação se dava em forma de sacrifício ou isolamento do indivíduo, em algum lugarejo. Eram, nestes casos, relegados à sua própria sorte.  
Quando assimilados - há achados históricos que mostram que pessoas com deficiência eram mantidas vivas por razões de ordem mística. Em alguns casos, acreditava-se que as pessoas com cegueira, auxiliavam os videntes nas atividades de pesca e, em outros, que os maus espíritos habitavam nessas pessoas e nelas se aquietavam.

No período medieval, que era dominado pela ética cristã que tinha como característica o respeito humano sobre as obras de Deus para que pudessem alcançar o reino dos céus, através da caridade, do amor ao próximo e respeito ao mandamento divino de não matar, tornou a maioria da população deste período, em pessoas com comportamento social mais humanitário, o que ressoou positivamente para a respeitabilidade e melhoria de vida dos portadores de deficiência.

Segundo Yamamoto (1995) foi com o apoio da igreja e do Estado, na Idade Média, que surgiram as instituições que abrigavam, tratavam e alimentavam os portadores de deficiência menos favorecidos economicamente. Contudo, a discriminação da igreja perdura até o século XVIII, afirmando ser místico qualquer deficiência, bem como coisas do espiritismo ou do ocultismo. Eram classificadas de hereges e de serem oriundas de satã, anômalos que viriam a vida para se afirmarem diante dos homens comuns.

Na contemporaneidade, principalmente depois da segunda grande guerra (1929-1945), devido ao grande número de soldados que retornaram mutilados, as pessoas se conscientizaram que deveriam dar melhor tratamento, já que estes eram tidos como “heróis” e necessitava de um retorno digno e de um resto de vida mais condizente com sua nova realidade.

Esta compreensão, mais humana com a pessoa deficiente, se estendeu, também, para as demais pessoas que se encontravam deficientes, por razões diversas tais como: as congênitas e as hereditárias.

## 2.2 O CONCEITO DE DEFICIÊNCIA

Na tentativa de esclarecer o conceito de deficiência, a Organização Mundial de Saúde, em 1980, decidiu fazer uma distinção entre “incapacidade”, “deficiência” e “desvantagem”. Classificando a **Incapacidade** como uma restrição para realizar uma atividade, dentro dos parâmetros considerados normais para um ser humano, como é o caso de quem tem o olho lesado, a atrofia de um braço, ou a falta de uma parte do corpo; a **Deficiência** como uma perda ou anomalia de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, como é o caso da impossibilidade (ou redução da capacidade) de ver, andar ou falar; e a **Desvantagem** como uma situação de atividade reduzida, decorrente de uma deficiência ou de uma incapacidade que limitam a pessoa ou impedem o desempenho normal de determinada função, levando-se em conta a idade, sexo, e fatores socioculturais.

Mesmo assim, a distinção apontada pela OMS continuou sem efeito prático definitivo. Na prática, nem sempre esses três casos se materializam de forma clara. O problema persistiu.

No ano de mil novecentos e noventa e nove, a Organização Mundial de Saúde fez uma revisão desse posicionamento, sugerindo que:

[...] portar uma deficiência decorre de um encadeamento de vários níveis de dificuldade e de providência do lado da sociedade. O corpo humano possui uma estrutura (esqueleto, órgãos, membros e componentes) e um conjunto de funções (fisiológicas, psicológicas e sociais). Com o seu corpo, os seres humanos desenvolvem atividades. No desenvolvimento dessas atividades podem existir dificuldades devido a impedimentos associados a problemas da estrutura ou das funções do corpo. Isso pode restringir a participação do seu portador em diversas situações de vida. A extensão desses impedimentos, entretanto, está ligada a providências que são ou não são tomadas do lado social. Por isso, uma pessoa é deficiente quando tem restrições de estrutura ou funções corporais não compensadas por providências sociais<sup>1</sup> (OMS, 1999).

Por outro lado, a Constituição brasileira, considera ser um indivíduo portador de deficiência aquele que:

Apresenta, em caráter permanente, perdas ou anomalias de sua estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, que gerem incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano (Decreto n. 914/93 e Lei n. 7.853/89).

---

<sup>1</sup> Deve-se ressaltar o papel da tecnologia especializada na compensação de tais restrições.

Finalmente, Pastore (2000, p. 40) afirma que o questionamento das definições, assim como os avanços nos seus termos, tem sido promovido, em grande parte, pelos movimentos organizados pelos próprios portadores de deficiência. No mundo, contam-se aos milhares as organizações não-governamentais que militam nessa área.

Vanderheiden (1993) classifica os usuários deficientes, conforme o tipo de deficiência de que são portadores, em cinco categorias: deficientes visuais, deficientes auditivos, deficientes motores, deficientes em cognição/linguagem e os que sofrem de convulsões. Adiciona a estes cinco tipos, os que possuem múltiplas deficiências. Em cada um dos tipos de deficiências apresentados existem variações de graus de deficiência. Cada um deles pode apresentar barreiras diferentes e necessidades de abordagens através de diferentes estratégias.

Conforme afirma Pastore (2000, p. 72):

Os portadores de deficiência constituem uma minoria, sem dúvida. Mas o seu número é expressivo. A Organização das Nações Unidas estima que 10% da população mundial apresenta algum tipo de limitação, incluindo-se as restrições leves, moderadas e severas. São mais de 600 milhões de pessoas.

Os portadores de deficiência se concentram nos países mais pobres. Mais de 400 milhões de portadores de deficiência vivem em zonas que não dispõem dos serviços necessários para ajudá-los a superar as suas limitações.

No Brasil, ao aplicar-se a média mundial de 10% chega-se a mais de 16 milhões de portadores de deficiência. O Nordeste concentra 40% dos portadores de deficiência; o Norte, 14%; o Sudeste, 12%; o Sul, 18%; e o Centro-Oeste, 16%.

Pelos cálculos da Organização Mundial de Saúde (OMS), entre os portadores de deficiência existentes no Brasil, 50% têm limitações mentais; 20% portam deficiência física, 15%, de audição; 5%, visuais; 10%, deficiências múltiplas.

Nas regiões mais pobres, a principal causa de deficiência é a desnutrição. Em segundo lugar, as deformações pré-natais. Em seguida, as doenças infecciosas e os acidentes.

O grau de dependência e autonomia dos portadores de deficiência varia de país para país. Nos países desenvolvidos, graças à difusão mais ampla dos equipamentos de apoio, a proporção de portadores de deficiência que depende de outras pessoas tende a ser menor do que nos países onde isso não ocorre. Nos

Estados Unidos, por exemplo, a dependência nos casos de deficiência leve é de 26%; nos casos de limitações moderadas, 51% e nas limitações severas, 77%.

De acordo com Pastore (2000) o fator de determinação de quem é portador de deficiência é uma tarefa complicada. Pelo fato de a condição ser objeto de estudo e ação de várias disciplinas, a noção de deficiência varia bastante. Do ponto de vista médico, deficiência refere-se à incapacidade de uma ou mais funções da pessoa. Na literatura econômica, deficiência significa dificuldade a ser vencida para melhor produzir. No mundo jurídico, a condição de deficiência é a fixada pela lei.

As diferenças de definição têm conseqüências importantes para as políticas de apoio aos portadores de deficiência. Quando se consideram todas as pessoas que possuem algum tipo de doença crônica ou restrição que impõe limitação ao pleno funcionamento do seu corpo ou da sua mente, 50% da população (ou mais) são portadoras de deficiência em qualquer país do mundo.

### 2.2.1 Deficiência Visual

Segundo Vanderheiden (1993), a deficiência visual abrange indivíduos que possuem, desde uma visão fraca (visão subnormal), passando por aqueles que somente conseguem distinguir luzes, mas não formas, até aqueles que não conseguem perceber sequer a luz (legalmente cegos).

#### *2.2.1.1 Visão subnormal*

A visão subnormal é definida como a capacidade de visão que uma pessoa possui, situada entre 20/40 e 20/200 após a correção. Uma pessoa com visão de 20/200 é aquela que consegue ver algo a aproximadamente seis metros de distância da mesma maneira que uma outra pessoa normal consegue ver dez vezes mais.

Estimasse que existem de nove a dez milhões de pessoas com visão subnormal nos Estados Unidos. Destes, aproximadamente, são 1,2 milhão de pessoas com sérios problemas visuais, que não são legalmente cegos. Muitas destas só conseguem ler algo com o auxílio de lupas de aumento ou se as letras estiverem escritas em tamanhos estritamente grandes.

Corn e Koenig (1996) definem o indivíduo com baixa visão, como sendo aquele que tem dificuldade de realizar tarefas que envolvam a visão, mesmo utilizando-se de lentes corretivas, mas que pode ampliar sua habilidade de realizar tais tarefas, valendo-se de estratégias visuais compensatórias, dispositivos de baixa visão, entre outros, e modificações ambientais.

Segundo Vanderheiden e Vanderheiden (1991, p. 8):

A visão subnormal, inclui problemas (após a correção), como escurecimento da visão, visão embaçada, névoa (película) sobre os olhos, visão apenas de objetos extremamente próximos ou perda de visão a distância, visão distorcida, manchas na frente da visão, distorção de cores ou daltonismo, defeitos no campo visual, visão em túnel, falta de visão periférica, sensibilidade anormal à luz ou claridade e cegueira noturna.

### *2.2.1.2 Cegueira*

Conforme afirma Vanderheiden (1993), uma pessoa é classificada como legalmente cega quando sua acuidade visual é 20/200 ou pior após a correção, ou quando seu campo de visão é menor que 20 graus.

A caracterização da cegueira pode ser definida quando da pessoa portadora de tal deficiência já a apresenta desde seu nascimento, quando adquirida através de doença ou acidente, ou por glaucoma, catarata, degeneração macular, atrofia do nervo óptico e retinopatia diabética, que geralmente acomete as pessoas de idade avançadas

Embora não existam no Brasil dados estatísticos oficiais, pode-se imaginar que devido a fatores sociais, políticos e econômicos, estes números devam ser proporcionalmente maiores nos países menos desenvolvidos, onde o Brasil se inclui, apesar de se levar em conta o fato de nos países mais desenvolvidos a longevidade de seus habitantes ser maior (SILVA, 1982).

Sob o enfoque educacional, uma boa definição de cegueira e visão subnormal é a de Barraga (*apud* YAMAMOTO, 1995, p. 78):

**Portadores de cegueira:**

Os casos de portadores de cegueira incluem os educandos que apresentam desde a ausência total de visão até a perda de projeção de luz.

Estes educandos utilizam o Sistema Braille como principal resíduo de comunicação escrita, no processo ensino/aprendizagem, e não utilizam a visão para a aquisição de conhecimentos, mesmo que a percepção de luz os auxilie na orientação e mobilidade. [grifo do autor]

**Portadores de visão subnormal:**

Incluem-se aqui, os educandos que apresentam desde condições de indicar projeção de luz, até o grau em que a redução de sua acuidade visual limite o seu desempenho. Este educandos abrangem dois grupos:

Aqueles que podem ver objetos a poucos centímetros (2 a 3 cm) e utilizam a visão para muitas atividades escolares, sendo que alguns utilizam a visão para ler ou escrever, com ou sem auxílio óptico, e outros precisam completar essas atividades utilizando o Sistema Braille;

Aqueles que, em algum grau, estão limitados no uso de sua visão, porém, predominantemente no processo ensino/aprendizagem, necessitando muitas vezes de iluminação especial, auxílios ópticos e outros recursos. [grifo do autor]

Finalmente, Yamamoto (1995, p. 79) afirma:

Uma definição mais aproximada acerca da real condição visual do escolar com deficiência visual, deve ocorrer no seu trabalho educacional diário, de forma prática, funcional e dinâmica da visão residual. A eficiência visual está intimamente relacionada com o desenvolvimento perceptivo e a capacidade mental, os quais são fundamentais no trabalho educacional, fazendo-se necessário serem considerados no planejamento do mesmo.

O planejamento educacional do treinamento da visão residual deve ser norteado em atividades que envolvam:

Desenvolvimento do controle dos movimentos dos olhos;

Refinamento da agudeza da acuidade visual para a percepção visual. Considerando os propósitos educacionais, crianças legalmente “cegas”, devem passar por uma investigação educacional para a constatação ou não de algum resíduo visual aproveitável em tarefas escolares para assim, respeitar e aproveitar o seu potencial visual.

Apresentadas as características da deficiência visual, sob os aspectos clínico e educacional, passa-se à conclusão do que foi descrito neste capítulo.

Conforme pode ser observado no breve histórico apresentado sobre a deficiência, na evolução da humanidade, houve um avanço na assimilação do deficiente pela sociedade. Apesar disto, esta assimilação, que deveria ser muito mais do que aceitação, está longe de ser completa ou correta. Uma prova disto é o grande número de organizações não-governamentais, anteriormente citadas,

envolvidas em minimizar este problema social.

Como era de se esperar, conforme apontado por Yamamoto (1995), uma concentração maior de deficientes está localizada nas regiões mais pobres e menos desenvolvidas do planeta. Neste caso, o problema da assimilação social dos deficientes fica acentuado, pois é nestas regiões que a probabilidade de soluções sociais e tecnológicas (equipamentos de apoio), que lhes permitam um maior grau de autonomia e independência, diminui. Este quadro, apresentado para o macrossistema da humanidade, é idêntico ao apresentado para o microssistema nacional.

Contudo, o presente capítulo aponta para a dificuldade na definição do que é um indivíduo deficiente, valendo-se de enfoques clínicos, trabalhistas e jurídicos que, quando utilizados apresentam, como resultado, dados estatísticos discrepantes.

Esta mesma dificuldade pode ser verificada na definição do deficiente visual, se cego ou com visão subnormal, uma vez que os resultados obtidos diferem quando analisados sob o aspecto clínico ou sob o aspecto educacional. Verifica-se que a definição clínica é bem menos sutil, ou menos relativa, que a definição educacional, tornando-se mais fácil de ser referenciada, sem, contudo, ser considerada a mais correta. O objetivo da aplicação deverá definir qual a mais correta.

Vale salientar que no Brasil, até este momento, não existem dados oficiais sobre a incidência de deficientes visuais na população, porém, de acordo com uma estimativa de prevalência elaborada por José (2003), cerca de 0,3% da população do país deve ser constituída de indivíduos cegos e 2% de indivíduos com visão subnormal. Já Bueno (2006) afirma que, de acordo com estimativa feita em 2005, cerca de seiscentas e cinquenta mil pessoas eram cegas, ou seja, 0,5% da população do Brasil na época.

Finalmente, apesar do assunto tratado, neste capítulo, não estar diretamente ligado à tecnologia, ele é fundamental para a análise dos capítulos a seguir. Essa abordagem é importante, não somente para o trabalho ora abordado, mas para os interessados na área de Interação Humana-Tecnológica, particularmente aqueles que pesquisam interfaces e dispositivos especiais de acessibilidade. Portanto, ter claro as diferenças entre o indivíduo cego e o com visão subnormal, mesmo com as dificuldades apresentadas para tais definições, é

fundamental para entender-se as suas necessidades e para lhes oferecer soluções, principalmente no tocante aos mecanismos que podem ser desenvolvidos pelo auxílio das estratégias da Engenharia Elétrica.

### **3 A TECNOLOGIA DE SUBSTITUIÇÃO SENSORIAL VOLTADA PARA O DEFICIENTE VISUAL**

Atualmente é notório o avanço da tecnologia em todas as áreas do conhecimento humano. Um dos instrumentos que aceleraram o avanço da cientificidade humana, foi o computador.

O computador tornou-se o meio mais popular de sociabilização dos indivíduos, ou seja, com o incremento dos meios tecnológicos, através de novos programas de computadores, pessoas antes inaptas a desenvolverem suas habilidades tiveram com o apoio da tecnologia da computação meios que facilitassem seus anseios, tanto anseios, motores, artísticos, profissionais, saúde e educacional, entre outros.

Apesar de somente 6% da população brasileira terem acesso direto a computadores, este instrumento notabilizou-se por se demonstrar como eficiente meio de sociabilidade para os deficientes visuais (BILLI, 2001).

Todavia, é mínima a presença de cursos especializados para deficientes visuais no Brasil, ou seja, a maioria dos deficientes visuais, por analogia, ainda faz uso de dispositivos que não são voltados para os programas de computadores.

Apesar da tecnologia computacional se apresentar como uma grande aliada do deficiente visual é importante registrar que nesta associação ainda são apresentados sérios problemas, tornando-a distante de ser ideal. Para Leiderman, Weber e Zink (1999, p. 145):

Um sistema acessível deve ser igualmente acessado por todos os usuários, independentemente de características pessoais, condições arquiteturais e atitudinais, critério econômico ou fatores políticos sem a necessidade de equipamentos habilitadores adicionais.

Glinert (1997) alerta para o fato de que, embora seja esperado que o rápido crescimento tecnológico e o aumento da inserção da computação na sociedade traga inovações que possam remover obstáculos que impeçam que as pessoas deficientes tenham uma vida plena e produtiva, experiências têm demonstrado que isto não necessariamente ocorre, devido ao fato da maioria dos sistemas computacionais ser projetada por pessoas sem conhecimento do assunto.

Ao mesmo tempo em que as inovações tecnológicas em computação estão proporcionando novas oportunidades para os usuários com deficiências físicas, estão gerando sérios obstáculos aos mesmos, devido, em grande parte, à falta de atenção da sociedade para as necessidades dos usuários deficientes.

Isso implica que o avanço da ciência da computação no auxílio às ciências médicas demonstra que a interação homem-máquina, solicita de mecanismos que não ultrapassem a barreira ética da proporcionalidade humana frente às inovações tecnológicas. Ou seja, não se deve dar maior importância a máquina, para que o homem não dê conta de que este está sendo substituído e se que a máquina é uma fonte de eficiência e à efetividade da interação com o usuário é que pode tornar a relação homem-máquina uma respeitabilidade comum. Direcionando, assim, o avanço da tecnologia ao auxílio das necessidades humanas.

Para Thakkar (1990), o objetivo da aplicação das técnicas de interação homem-computador nos projetos de interfaces para computadores, é o aumento da qualidade da interação entre o usuário e o computador. Porém, ao tentar atingir tal objetivo, o projetista de interfaces geralmente esquece da população deficiente que também deveria ter direito ao acesso a tais equipamentos.

Autores como Arditi, Gilman e Blenkhorn (1995) defendem a tese de que com os sistemas de computadores se tornando cada vez mais predominantes, é importante que os indivíduos portadores de deficiências visuais não somente possam ter acesso a eles, mas, também, possam utilizá-los de maneira tão ágil, precisa e eficiente quanto for possível.

Estudos demonstram que há uma mágoa entre a comunidade dos deficientes no que se refere aos produtos eletroeletrônicos vendidos no mercado brasileiro, pois não vem nenhuma especificidade para essa comunidade (CRANMER, 1994).

Para Karshmer e Kaugars (1995) o uso de computadores e software modernos, pelos deficientes visuais, tem se tornado mais difícil nos últimos anos. Nos sistemas mais antigos, a interface do usuário consistia de um ambiente baseado em simples caracteres. Naqueles sistemas, dispositivos como: leitores de tela, saída Braille e sintetizadores de voz eram efetivos. Os sistemas atuais se utilizam de interfaces gráficas. Neste sentido, o que tem tornado a tecnologia mais acessível ao usuário vidente, a tem tornado menos acessível ao deficiente visual.

São estes fatores que demonstram e certificam que sempre os deficientes visuais deparam-se com problemas ao acesso aos produtos eletroeletrônicos, entre eles os computadores.

O cientista social Thakkar (1990) defende a existência de um grande vazio entre o usuário deficiente e o que não possui deficiências, no que se refere à acessibilidade ao computador, e afirma que as causas deste vazio são:

A ênfase continuada em interfaces de manipulação direta e baseadas em imagens; a freqüente má utilização dos avanços tecnológicos, muitas vezes fazendo uso de dispositivos de interface inadequados para determinadas aplicações, simplesmente pelo fato de estarem disponíveis e, finalmente, a falta de programas de treinamento para terapeutas ocupacionais no uso de novos avanços tecnológicos, desenvolvidos para a população deficiente.

Portanto, demonstra-se que há uma grande carência de acesso aos meios eletrônicos por parte dos deficientes visuais, por um lado devido ao péssimo gerenciamento das leis brasileiras, pelo fato das indústrias não se adaptarem a realidade destes indivíduos, bem como pela dificuldade de direcionar produtos para cada especificação de deficiência. Porém, diversos são os meios de acesso à informação voltada para o deficiente visual.

Para que seja possível classificar todos os principais tipos de dispositivos de acesso à informação voltada para os deficientes visuais, será adotada, uma taxonomia baseada nos sentidos utilizados pelos deficientes visuais para compensarem a sua perda de visão, ou seja, a audição, o tato, o olfato e o gosto ou paladar.

Além destes sentidos, o da visão deverá ser incluído, para que se possa dar atenção à visão residual dos deficientes com visão subnormal. Como todas as formas de informação têm que ser percebidas por, pelo menos, um destes cinco sentidos, acredita-se que uma taxonomia baseada neles consiga abranger todos os tipos de dispositivos que se proponham a acessá-las.

Existem dispositivos que operam como intermediários entre um dispositivo de acesso à informação, exercendo o papel de interface entre os dois componentes, fazendo uma transformação intermediária da informação, antes que a mesma possa ser interpretada, pelo usuário da informação, diretamente ou através de dispositivos de acesso à informação.

Embora os dispositivos voltados para o usuário cego também possam

ser utilizados pelo usuário com visão subnormal, desde que adequadamente treinado, recomenda-se que este se utilize, o máximo possível, de seu resíduo visual.

Conforme apresentado por Nascimento et al (1987, p. 51) “O que deve interessar ao professor não é tanto o meio pelo qual o aluno portador de visão subnormal desenvolva a sua aprendizagem acadêmica; mas que ele aprenda a usar a visão da maneira mais eficiente possível, utilizando-se dela como forma de minimizar as dificuldades decorrentes da limitação e aumentar o seu potencial de realização”.

### 3.1 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO VISUAL AMPLIADA

Estes são dispositivos que tem a objetividade de fazer gerar informações que possam auxiliar aos portadores de deficiência visual um melhor entendimento sobre suas necessidades de adquirir percepções através de instrumentos de ampliações dos sinais a serem recebidos pelos deficientes visuais.

São classificados nos seguintes tipos:

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	USUÁRIOS
<b>Amplificadores de tela de computador</b>	Os amplificadores de tela de computadores são dispositivos utilizados para acessar a informação disponível em computadores, de forma visual ampliada. Em alguns casos de visão subnormal, apenas uma pequena ampliação da saída do computador pode ser a solução. Isto pode ser conseguido pela substituição do monitor de vídeo normal por outro, com tela de maior tamanho. Quando isto não é suficiente, pode-se obter a ampliação da saída de vídeo de um computador por dois modos básicos: conexão de um processador de tipos grandes, baseado em hardware; utilização de um pacote de software que irá aumentar o tamanho do que aparecer na tela.	Visão subnormal
<b>CCTV</b>	Os sistemas de circuito fechado de televisão (CCTV) são dispositivos que aumentam os ortótipos de leitura e escrita até 60 vezes podendo variar o contraste. São úteis para quem necessita de maior distância para ler, escrever, desenhar ou datilografar. Permitem a execução de tarefas guiadas visualmente, que seriam impossíveis ou improdutivas de serem executadas de outra forma.	Visão subnormal
<b>Lentes</b>	São lentes ou sistemas de lentes utilizados para ampliar textos, imagens, ou objetos. Os mais comuns são: <b>Lentes esféricas</b> que diminuem as aberrações das lentes de graus mais elevados; <b>Lupas manuais e régua plano-convexas</b> que são compostas por lentes convergentes de diversos formatos e capacidades de aumento; <b>Lupas de mesa com iluminação</b> que são lentes convexas montadas em um suporte que fixa a distância entre a lente e a folha, ou o objeto a ser visualizado; <b>Telesistemas</b> que magnificam a imagem de longe e reduzem o campo visual.	Visão subnormal

**Quadro 1 – DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO VISUAL AMPLIADA**

**Fonte:** Elaboração própria (2007).

### 3.2 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO AUDITIVA

São dispositivos cujo objetivo é gerar informação que possa ser entendida através da percepção auditiva do usuário deficiente visual.

São classificados nos seguintes tipos:

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	USUÁRIOS
<b>Braille falado</b>	Aparelho eletrônico portátil que funciona como agenda eletrônica, editor de textos e cronômetro. Os dados a serem armazenados, em formato digital, são nele introduzidos via teclado Braille composto por sete teclas, e posteriormente disponibilizados, em formato auditivo, através de seu sintetizador de voz.	Cego
<b>Gravadores de fita cassete</b>	Recurso para armazenamento de informação para posterior recuperação auditiva. Tem sido muito utilizado como reproduutor de livros, particularmente de livros falados principalmente no ensino médio e superior.	Visão subnormal ou cego
<b>Sintetizadores de voz</b>	Conectados a um computador, permitem a leitura de informações exibidas em um monitor, previamente interpretadas por um leitor de tela.	Visão subnormal ou cego

Quadro 2 – DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO AUDITIVA

Fonte: Elaboração própria (2007).

### 3.3 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO TÁTIL

São dispositivos cujo objetivo é gerar informação que possa ser entendida através da percepção tátil do usuário deficiente visual.

São classificados nos seguintes tipos:

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	USUÁRIOS
<b>Impressoras Braille</b>	Fazem interface com a maioria dos computadores, via portas paralelas ou seriais. Podem imprimir Braille, além de desenhos, interpondo ou não, em seis ou oito pontos. Algumas se utilizam de folhas de papel soltas, porém a maioria funciona com formulários contínuos. Facilitam a comunicação dos deficientes visuais com seus colegas de trabalho, ou de estudo, não deficientes.	Cego
<b>Máquinas de datilografia Braille</b>	São equipamentos mecânicos de princípio semelhante ao das máquinas de escrever comuns, porém, com o objetivo de grafar caracteres em Braille em uma folha de papel. O rendimento das máquinas de datilografia Braille, em termos de velocidade, pode ultrapassar o da escrita cursiva dos videntes.	Cego
<b>Regletes</b>	Estes materiais têm a função de grafar, em alto relevo, em uma folha de papel, os caracteres da escrita Braille. São compostos por: uma <b>prancha de madeira</b> retangular, que possui, na parte superior, um dispositivo para prender a folha de papel; uma <b>régua dupla de metal</b> unida à esquerda por uma dobradiça, formando duas hastes; um <b>punção</b> , formado por uma pequena haste de metal com a ponta arredondada, presa a um punho de plástico moldado anatomicamente para um perfeito ajuste à mão.	Cego
<b>Terminais de acesso Braille para computadores</b>	Fornecem uma janela móvel, codificada em Braille, que pode ser deslocada sobre o texto na tela do computador. Os terminais de acesso em braille, geralmente são encaixados a um teclado comum de computador, podendo ser manipulados como se fossem uma linha a mais de teclas na parte superior, ou inferior do teclado.	Cego
<b>Copiadoras em alto relevo</b>	São equipamentos que, através de calor e de vácuo, duplicam materiais impressos, produzindo cópias em relevo, em películas de PVC.	Cego ou com visão subnormal

Quadro 3 – DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO TÁTIL

Fonte: Elaboração própria (2007).

### 3.4 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO OLFATIVA

Como relatado anteriormente, foi divulgado na literatura leiga um dispositivo que se propõe a disponibilizar certos aromas (caixa de interface aromática), relativos a objetos que são simultaneamente apresentados pelo computador. Apesar disto, esta categoria permanece vazia. Nada de prático, ou viável é apresentado no mercado, ou na literatura sobre o assunto que possa ser aqui classificado. Espera-se que, com o avanço tecnológico, em particular nas áreas da Realidade Virtual e da Interação Humano-Computador, algum dispositivo prático, dirigido para a percepção olfativa, venha a ser somado aos que são voltados para os outros sentidos, contribuindo para o aumento da interação dos sistemas com os seus usuários.

### 3.5 DISPOSITIVOS GERADORES DE INFORMAÇÃO GUSTATIVA

Conforme apresentado em Eisenberg (2001):

A empresa americana Trisenx desenvolveu uma máquina que oferece aos usuários uma amostra do gosto de alimentos. As informações são descarregadas de sites e enviadas ao Senx, periférico que reproduz sabores. O aparelho funciona com substâncias químicas especiais que são acrescentadas a pastilhas comestíveis servidas ao usuário. O sistema Trisenx não tem como reproduzir o sabor de patê de 'foie gras', mas os sabores de cerejas cobertas de chocolate, bolinhos de cravo, pipoca na manteiga e morango já estão disponíveis [...].

Apesar disto, esta categoria permanece vazia. Nada de prático, ou viável é apresentado no mercado, ou na literatura sobre o assunto, que possa aqui ser classificado.

Espera-se que, com o avanço tecnológico, em particular nas áreas da Realidade Virtual e da Interação Humano-Computador, algum dispositivo prático, dirigido para a percepção gustativa, venha a ser somado aos que são voltados para os outros sentidos, contribuindo para o aumento da interação dos sistemas com os seus usuários.

### 3.6 DISPOSITIVOS TRANSCRITORES

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	USUÁRIOS
<b>Leitores de tela de computador</b>	São <i>softwares</i> que acessam os textos armazenados no computador e os enviam aos sintetizadores de voz, efetuando um processo padronizado de conversão denominado TSC ( <i>Text-to-Speech Conversion</i> ). Tais software geralmente capturam os dados diretamente da memória de vídeo, o que os torna bastante genéricos, podendo trabalhar com muitos tipos de programas aplicativos diferentes, com exceção daqueles que funcionam em ambientes gráficos, devido ao fato de não haver um local na tela onde se possa garantir que o texto seja localizado.	Cego ou com visão subnormal
<b>Sistemas OCR – <i>Optical Character Recognition</i></b>	Para uma pessoa com deficiência visual que não consegue ler textos impressos, a conversão dos mesmos para meio digital possível de ser interpretado por outros dispositivos de acesso é muito útil. Isto pode ser conseguido através dos sistemas de reconhecimento de caracteres óticos.	Cego ou com visão subnormal
<b>Reconhedores de voz</b>	Permitem a substituição do teclado de um computador, para a introdução de dados, por comandos de voz, processo de grande utilidade para os deficientes visuais. Quando são ajustados para reconhecer múltiplos usuários, o número de comandos que passam a "entender" com segurança são menores do que aqueles disponíveis quando estavam ajustados para o reconhecimento de comandos de um usuário específico.	Cego ou com visão subnormal
<b>Transcritores Braille</b>	Os transcritores Braille são softwares que executam a transcrição de textos escritos no sistema óptico (sistema de escrita comum), armazenados em computadores, para o sistema Braille, disponibilizando-os para serem impressos por impressoras especiais.	Cego
<b>Sistema OBR – <i>Optical Braille Recognition</i></b>	É um transcritor de textos do sistema Braille, apresentado em papel, em alto relevo, para o sistema óptico em formato digitalizado. O sistema foi originalmente proposto para recuperar textos em Braille antigos de bibliotecas, para duplicação. Posteriormente, foi também sugerido para possibilitar o acesso a textos em Braille para pessoas videntes que não têm conhecimento de transcrição Braille. Pela restrição que possui na transcrição de textos em língua portuguesa, não tem sido utilizado no Brasil. O sistema consiste de um "scanner" adaptado com uma película de filme e de um software próprio.	Cego

**Quadro 4 – DISPOSITIVOS TRANSCRITORES**

Fonte: Elaboração própria (2007).

### 3.7 QUAL DISPOSITIVO DE ACESSO À INFORMAÇÃO VOLTADO PARA O DEFICIENTE VISUAL É MELHOR?

Não se pode e não se deve, apontar para um dispositivo de acesso à informação voltado para o deficiente visual como sendo o melhor. É imprescindível que se verifique as características do usuário, juntamente com a do ambiente onde irá atuar (hardware, software, tipo de aplicação, social e físico), para que se possa optar pelo dispositivo mais adequado. O autor deste trabalho recomenda que, neste caso, se envolva e se leve em consideração a opinião do próprio usuário deficiente visual.

Muitos dos dispositivos apresentados não são auto-suficientes para atender ao usuário deficiente visual, havendo a necessidade de interconectá-los de modo sistêmico, para que possam ser úteis. A título de exemplo, pode-se citar o caso dos leitores de tela de computador, conectados aos transcritores Braille, conectados, por sua vez, à impressoras Braille que, juntos, formam um sistema capaz de interpretar o que aparece escrito em um editor de textos, no monitor de vídeo de um computador, transcrever para o Braille e imprimir em alto relevo na impressora. Outro exemplo seria o sistema que transforma texto escrito em uma folha de papel, em texto digital armazenado em computador, através do dispositivo OCR, para, posteriormente, ser ampliado por um dispositivo ampliador de tela de computador, para um usuário com visão subnormal, ou lido por um dispositivo leitor de tela de computador, para torná-lo disponível a um dispositivo sintetizador de voz que irá reproduzi-lo oralmente.

Ater e Davis (2000) recomendam a integração de dispositivos, particularmente para o caso de indivíduos com visão subnormal, porém, destacam a necessidade de um treinamento em tais dispositivos, por parte de seus usuários, para acomodação aos seus recursos.

Levando-se em consideração o recomendado por Carvalho (1994b, p. 86) pode-se concluir que:

Os geradores de informação visual ampliada parecem ser os mais indicados para os usuários com visão subnormal, não tendo a menor utilidade para os usuários cegos. Mesmo assim, em alguns casos de visão subnormal muito acentuados, esta classe de dispositivos se torna inútil. Porém, se for indicado, permite fácil acesso às ilustrações e interfaces gráficas, além da compatibilidade com o ambiente de trabalho e estudo, no que diz respeito aos colegas de equipe.

Os geradores de informação tátil são indicados apenas aos deficientes que consigam interpretar o alfabeto Braille. Estes usuários, geralmente, são os totalmente cegos ou aqueles com visão subnormal muito acentuada. Os dispositivos desta classe que se utilizam de meios computacionais são, geralmente, os de custo mais elevado e, após um bom treinamento, oferecem aos seus usuários uma sensação de manipulação direta e amplo domínio sobre o aplicativo, fazendo com que prefiram este tipo de sistema, após uso intenso, do que qualquer outro. Porém, não são compartilhados pelos colegas sem deficiências visuais, fato que pode contribuir, ainda mais, para o isolamento do usuário deficiente visual.

Finalmente, dos geradores de informação que se utilizam de meio computacional, os de informação auditiva são os mais difundidos, fato que ocorre devido, em parte, ao seu baixo custo em relação aos outros sistemas e, em parte, por poderem ser acessados por usuários com qualquer tipo de deficiência visual. Um sistema deste tipo, de boa qualidade, pode também ser compartilhado por indivíduos que não possuem deficiências, sem grande esforço, fato importante quando se trabalha em grupo.

### 3.9 UMA PROPOSTA MAIS ECONÔMICA DE DISPOSITIVO SENSORIAL TÁTIL PARA CEGOS

Como pode ser verificado neste capítulo, a tecnologia de acesso à informação voltada para o deficiente visual é ampla e variada. Apresenta dispositivos de níveis de complexidade completamente distintos, indo de uma simples lente ou reglete a sofisticados leitores de tela ou terminais de acesso em Braille, ambos para computadores. Isto faz com que se tenha dificuldade de entendê-los e até de adotar a solução mais adequada para atender a uma determinada demanda de um determinado usuário deficiente visual. Pode-se notar uma falta de padronização ou, na melhor hipótese, uma padronização incompleta ou inadequada na apresentação de tal tecnologia. Com o objetivo de cooperar para esta padronização e conseqüente entendimento de tal tecnologia, foi proposta, neste capítulo, uma taxonomia, para tais dispositivos, baseada nos sentidos utilizados pelos deficientes visuais para compensarem sua perda de visão. Esta é a grande contribuição deste capítulo para este trabalho.

Foi apresentada a importância do desenvolvimento da tecnologia computacional para a acessibilidade do deficiente visual, ao mesmo tempo em que se apontou para o fato de que, por outro lado, este mesmo desenvolvimento que quando voltado para o usuário vidente enfatiza as interfaces predominantemente visuais criar barreiras para quem se vê privado da visão.

Das seis classes de dispositivos de acesso à informação, voltados para o deficiente visual, duas, a dos geradores de informação olfativa e a dos geradores de informação gustativa, são apresentadas como estando vazias.

Finalmente, são feitas considerações a respeito de qual dispositivo é o mais indicado para o deficiente visual, chegando-se à conclusão de que não existe tal dispositivo, pois para cada tipo de usuário, demanda e ambiente deverá ser estudada uma solução particular. Apesar disto, é apresentado um quadro que tem como objetivo facilitar a busca por tal solução.

### 3.10 MATERIAL E MÉTODO

Apresentada a tecnologia para acesso à informação voltada para o deficiente visual, acredita-se que se torna viável a objetividade deste estudo uma análise sobre a viabilização de um instrumento eletrotátil (uma luva sensorial), de baixo custo, que facilite o acesso à informação do deficiente visual.

#### 3.10.1. Modelo proposto para os experimentos do estudo

Para este estudo é proposto um dispositivo de estimulação tátil multicanal no qual são utilizados motores de *vibracall* de celular (Figura 1) ligados através de um cabo a um conector de porta paralela DB-25 (Figura 2). Ao serem atravessados por uma corrente elétrica, o eixo dos motores (que possuem uma massa deslocada) gira, fazendo com que surja uma vibração.



**Figura 1** - Motor de Vibracall Utilizado.  
Fonte: Arquivo do autor



**Figura 2** - Estimulador vibrotátil multicanal proposto. (Motores de vibracall acoplados a um conector DB-25).  
Fonte: Arquivo do autor.

A estimulação vibrotátil da superfície da pele é geralmente feita através da aplicação de estímulos que possuem quatro dimensões básicas, a saber: frequência, amplitude, duração e local de aplicação no corpo. A faixa de frequências perceptíveis pelo tato possui características específicas, de modo que é necessário que seja feito um mapeamento dos sinais a serem transmitidos pelo tato em valores contidos nesta faixa, adequando-os para estimulação vibrotátil.

Para a estimulação da pele, nos experimentos a serem apresentados, foram usadas dimensões de duração de tempo de 125, 250 e 500ms que, baseado no estudo de Barros (2004), com frequência, amplitude e local fixos com o objetivo de avaliar a resposta aos estímulos provocados pelo estimulador multicanal desenvolvido.

O procedimento dos experimentos foi realizado da seguinte forma (Figura 3): o estimulador vibrotátil proposto foi acoplado à porta paralela de um microcomputador e seus transdutores fixados aos dedos dos participantes do experimento através de um velcro elástico para que se ajustasse a cada pessoa (Figura 4). Em seguida, dava-se início aos experimentos.



Figura 3a - Montagem para os experimentos.  
Fonte: Arquivo do autor.



Figura 3b - Montagem para os experimentos.  
Fonte: Arquivo do autor.



**Figura 4** – Transdutores dispostos em forma de luva e presos aos dedos por meio de velcros elásticos.

Fonte: Arquivo do autor.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 DESCRIÇÃO DA PESQUISA

De acordo com as especificações apontadas por Oliveira (1999), esta pesquisa adotará o modelo descritivo, o que fundamentará a observação, os registros e a análise dos fenômenos sem um maior aprofundamento dos conteúdos.

O modelo descritivo, segundo Gil (1999), tem como característica fundamental a descrição das particularidades de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Isso é feito de forma direta e particular, não se utilizando um maior aprofundamento da manipulação das variáveis.

O modelo descritivo tende a direcionar o autor do estudo a buscar a identificação da frequência com que ocorre um fenômeno, bem como a sua relação e conexão com outros fenômenos, sua natureza, características e particularidades específicas. Identificado o fenômeno, inicialmente, os dados devem ser coletados e registrados, ordenadamente, para estudo específico do caso.

Esse modelo de pesquisa ainda se apresenta em suas diversas especificidades, com o intuito de se trabalhar com dados ou fatos colhidos a partir da realidade. Todavia, na pesquisa descritiva, aponta-se que os principais instrumentos de coleta de dados são a observação, a aplicação dos experimentos e a apresentação dos resultados.

Na tentativa de ampliar as características gerais e amplas de um contexto, as análises e a identificação das mais diferentes e variadas formas dos fenômenos, as relações de causa e efeito, sua ordenação e classificação, cabe ao autor não interferir no contexto real da pesquisa, devendo somente utilizar-se da descrição e interpretação dos fatos que influenciam o fenômeno estudado, estabelecendo correlação entre variáveis.

Portanto, e de acordo com as conceitualizações propostas por Gil (1999), esta pesquisa pode ser identificada e classificada como descritiva. Essa classificação deve-se ao fato de se tratar do estudo de um fenômeno (sensibilidade vibrotátil em cegos), na busca de se identificar as necessidades de desenvolvimento de sistemas

de comunicação da informação acústica pelo tato. Portanto, podendo ser aplicada a pessoas com deficiências sensoriais, especialmente cegos, possibilitando obter mecanismos mais baratos facilitem o contato destes indivíduos portadores de deficiência visual com a sociedade e como ambiente que os cercam.

## 4.2 CAMPO EMPÍRICO

Esta pesquisa foi realizada no Instituto de Cegos Adalgisa Cunha, que está localizada na Avenida Santa Catarina, Nº 500, no bairro dos Estados, na cidade de João Pessoa – PB.

O Instituto Adalgisa Cunha abriga cerca de 400 indivíduos portadores de deficiência visual de diferentes localidades do Estado da Paraíba. Essa instituição auxilia os cegos em diversas mobilidades funcionais (leitura em braile, locomoção em vias públicas, estímulos sensoriais, atividades físicas, etc.), e oferecendo cursos de capacitação profissional aos seus associados.

## 4.3 UNIVERSO E AMOSTRAGEM

O universo da pesquisa foi constituído pelos cegos do Instituto Adalgisa Cunha, e a amostragem foi desenvolvida a partir da estrutura organizacional da entidade.

A amostra utilizada neste trabalho partiu da seleção intencional dos cegos ativos, ou seja, aqueles com vínculo direto com o instituto (indivíduos que estavam desenvolvendo alguma atividade oferecida pelo Instituto no período da pesquisa).

Os sujeitos selecionados na amostra foram classificados dentre aqueles que demonstraram uma maior assiduidade para com as atividades desenvolvidas no Instituto, e experimentados a partir de uma abordagem direta no próprio Instituto de Cegos Adalgisa Cunha.

O universo ou população encontra-se de acordo os princípios da metodologia científica classificada como um conjunto definido de elementos que possui

determinadas características (GIL, 1999), ou seja, como um conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum (OLIVEIRA, 1999).

A amostragem que se utilizou nesta dissertação foi do tipo intencional, definida com aquela em que o pesquisador escolhe, pela própria vontade, os elementos para a amostra obtida através da amostra típica, sendo feita uma seleção de 5% (ou vinte cegos) do universo de 400 cadastrados no Instituto, o que tornou possível julgar a população-alvo.

#### 4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a realização dos experimentos foi utilizado como instrumento de coleta de dados um transdutor multicanal de baixo custo, desenvolvido em forma de luva, que tinha como objetivo a verificação de sua funcionalidade na prática. Esses experimentos foram a base do estudo possibilitando avaliar a percepção de pessoas com deficiência visual a estímulos vibrotáteis provocados pelo citado transdutor multicanal.

Para a excitação dos transdutores foi necessária a conexão dos estimuladores a um microcomputador por meio de uma porta paralela. Uma rotina simples, apresentada no apêndice A, para controle dos motores foi desenvolvida e utilizada nos experimentos. Essa rotina é alterada conforme a necessidade do experimento

#### 4.5 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos I, II e III foram realizados utilizando-se um total de 20 cegos, como sujeitos da pesquisa.

No EXPERIMENTO I analisou-se a percepção das pessoas cegas aos estímulos vibrotáteis enviados, sem que houvesse treino prévio, simplesmente a pessoa tinha que responder em qual, ou quais, dedos estava percebendo o estímulo vibrotátil.

Foi feita a mesma experiência para três durações de estímulos. Os estímulos eram aplicados ao mesmo tempo. Por exemplo, na seqüência P-M-I (dedo polegar, médio e indicador) aplicou-se durante 500ms, 250ms e 125ms o estímulo nos três dedos de uma só vez, formando um padrão de estímulo. Esse experimento foi útil para avaliar a capacidade do deficiente em perceber os estímulos provocados e, a melhor duração para os mesmos.

Foi realizado praticamente da seguinte forma: foi feito um programa computacional que gerava estímulos predefinidos, com duração predefinida. Primeiro foi escolhida a duração que seria aplicada ao estímulo e, após isso, foi aplicado o estímulo predefinido. Por exemplo, digitando-se o numero 1, enviava-se o estímulo P-M-I e etc. Cada estímulo era repetido no máximo três vezes até que o deficiente envolvido no experimento desse a sua resposta.

Notou-se que os deficientes conseguiram identificar os estímulos de forma satisfatória e que a duração de 250ms é suficiente para ser usada nesse transdutor.

No EXPERIMENTO II foram definidas 9 (nove) palavras consideradas importantes e que foram relacionadas a um padrão de estímulos. Por exemplo, se o deficiente percebesse o estímulo nos dedos P-M-I ao mesmo tempo, associaria à palavra “**cuidado**” e dizia a palavra que entendeu. Foi feito para três durações de tempo diferentes.

Observou-se que, com treino é possível que a pessoa relacione facilmente os estímulos às palavras. Pode-se usar esse resultado para criar um ambiente para cegos, sendo que cada estímulo predefinido signifique palavras, objetos ou qualquer tipo de sinalização.

No EXPERIMENTO III, as pessoas foram treinadas relacionando o estímulo predefinido com uma consoante ou vogal predefinida. Foram escolhidas dez consoantes e cinco vogais que formavam as palavras a serem utilizadas no experimento. Foram formadas palavras de 2, 3 e 4 sílabas.

Em cada conjunto, duas palavras tinham o mesmo padrão, diferenciando-se apenas em poucas letras e, uma terceira totalmente diferente das outras duas. Para ser submetida a esse experimento, cada pessoa foi treinada com os estímulos, relacionando-os com a vogal ou consoante correspondente.

No momento do teste foram aplicados os estímulos predefinidos para que o deficiente informasse a palavra formada. Entre cada consoante ou vogal enviada, era

dado um intervalo de 250ms para que a pessoa fizesse a correlação mentalmente. No final, perguntava-se a palavra formada ao cego envolvido no experimento.

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS

### 5.1 EXPERIMENTO I

Como relatado anteriormente o primeiro experimento utilizou-se de 20 indivíduos cegos do Instituto de Cegos da Paraíba Adalgisa Cunha.

A estes colaboradores foi apresentado, em uma primeira fase de experimento sem treinamento prévio, ou seja, em uma abordagem direta propondo a cada sujeito de nossa pesquisa o relato da percepção dos estímulos vibrotátil, ou seja, foi levada a efeito uma abordagem direta propondo a cada sujeito utilizado na pesquisa o relato da percepção dos estímulos vibrotáteis. Foram então obtidos os quais apresentaram as seguintes porcentagens de acertos:

TABELA 2 – EXPERIMENTO DE PERCEPÇÕES DE ESTÍMULOS COM O TRANSDUTOR MULTICANAL - SEM TREINO – **EXPERIMENTO I**

DURAÇÃO DOS ESTÍMULOS (ms)	LOCAL DOS ESTÍMULOS <sup>(*)</sup> – ACERTOS (%)					
	P-M-MI	I-A	I-M	M-A	A-MI	P-I-M-A-MI
500	83	81	87	86	83	88
250	71	74	78	77	75	80
125	46	60	67	51	48	68

FONTE: coleta de dados do autor (2007)

( \* ) Os dedos foram nomeados para a pesquisa como: P: polegar; M: médio; I: indicador; A: anelar; MI: mindinho.

Como pode ser observado na Tabela 2, os estímulos enviados pelo transdutor multicanal e recepcionado por uma luva foram aplicados em três diferentes durações (500, 250 e 125 ms) e em seis formas de recepção dos sinais (P-M-MI, I-A, I-M, M-A, A-MI, P-I-M-A-MI).

Os resultados diagnosticados obtidos pela pesquisa de campo com os cego-colaboradores do Instituto Adalgisa Cunha e que são apresentados na Tabela 3 do Experimento I resultou são mostrados no Gráfico 1:

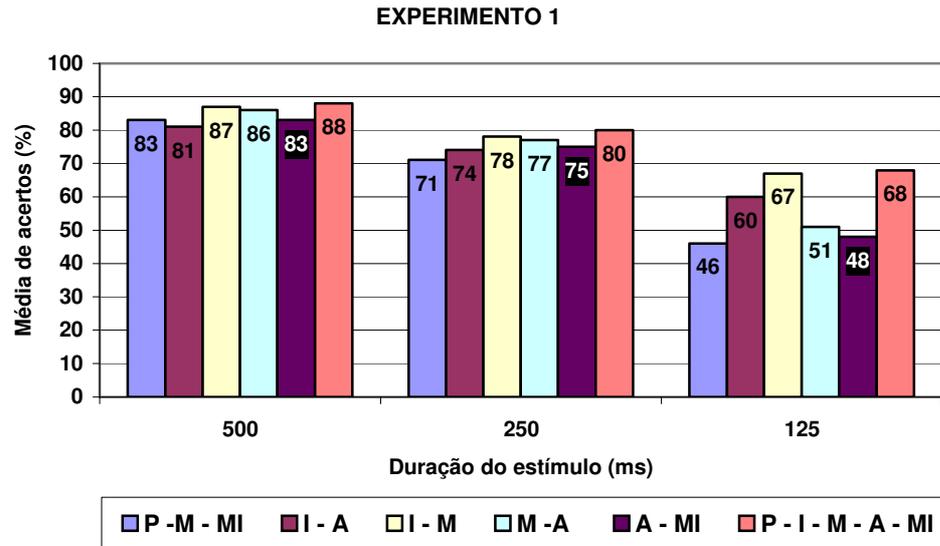


Gráfico 1 – Experimento I. (Resultado do experimento de percepções de estímulos com o transdutor multicanal - sem treino)  
 Fonte: Coleta de dados do autor (2007).

### ➤ Duração 500ms

Quando estimulados pelo transdutor multicanal com duração de 500ms, e sem treinamento prévio, os cegos tiveram acertos médios de 86,6% (oitenta e seis vírgula seis por cento) nos seis níveis de estimulação e recepção de sinais. Sendo que, a estimulação P-I-M-A-MI apresentou-se como forma maior de percepção, atingindo 88% (oitenta e oito por cento) dos acertos entre os vinte cego-colaboradores. Já a estimulação I-A foi a que mostrou o menor número de acertos (81%), todavia, esta porcentagem demonstra-se satisfatória dentro do contexto do estudo.

### ➤ Duração 250ms

Em uma segunda estimulação através do transdutor multicanal com duração dos estímulos de 250ms, e sem treinamento prévio, os cegos tiveram acertos médios de 75,8% (setenta e cinco vírgula oito por cento) nos seis níveis de estimulação e recepção de sinais. Sendo que, novamente, a estimulação P-I-M-A-MI apresentou-se como forma maior de percepção, atingindo 80% (oitenta por cento) dos acertos entre os vinte cego-colaboradores. Já a estimulação P-M-MI foi a que

identificou-se com o menor número de acertos (71%), todavia, esta porcentagem, também, demonstra-se satisfatória.

#### ➤ **Duração 125ms**

Por último, no experimento I, os cego-colaboradores foram estimulados através do transdutor multicanal em forma de luva e com duração de 125ms, novamente sem treinamento prévio, os cegos tiveram acertos médios de 56,6% (cinquenta e seis vírgula seis por cento) nos seis níveis de estimulação e recepção de sinais. Sendo que, a estimulação P-I-M-A-MI apresentou-se novamente como forma maior de percepção, atingindo 68% (sessenta e oito por cento) dos acertos entre os vinte cego-colaboradores. Já a estimulação P-M-MI foi a que apresentou o menor número de acertos (46%), o que torna regular o recebimento dos estímulos com duração de 125ms.

#### ➤ **Resultado do Experimento I**

Como ficou evidenciado nos relatos do experimento, quanto maior a duração aplicada à recepção dos estímulos pelos cego-colaboradores, maior é a sua possibilidade de acertos. Todavia, os resultados diagnosticados pela coleta de dados no Experimento I são de uma forma geral, muito bons já que, neste primeiro experimento, não foi foram disponibilizados aos sujeitos da pesquisa nenhum treinamento prévio.

Estas constatações iniciais possibilitaram vislumbrar novos desafios, já que a recepção, de imediato mostrou que seria possível “dificultar” ainda mais os repasses de sinais vibrotáteis aos cegos, sendo que agora em forma mais pedagógica, o que será visto nos próximos experimentos: Experimento II e III.

## 5.2 EXPERIMENTO II

Os colaboradores envolvidos no experimento II anteriormente descrito foram submetidos ao teste, resultando nos resultados demonstrados na Tabela 3.

TABELA 3 – EXPERIMENTO DE PERCEPÇÕES DE ESTÍMULOS COM O TRANSDUTOR MULTICANAL - COM TREINO – EXPERIMENTO II

DURAÇÃO DOS ESTÍMULOS (ms)	PALAVRAS – ESTÍMULOS <sup>(*)</sup> – ACERTOS (%)								
	CUIDADO	RÁPIDO	DEVAGAR	DIREITA	ESQUERDA	FRENTE	COSTA	PARE	SIGA
	P-I-M-A-MI	P-MI	I-A	P-I	A-MI	I	P	I-M-A	M
500	97	97	95	94	95	97	93	98	99
250	93	86	87	90	88	91	93	89	96
125	88	78	81	82	81	84	87	76	88

FONTE: coleta de dados do autor (2007).

(\*) Os dedos foram nomeados para a pesquisa como: P: polegar; M: médio; I: indicador; A: anelar; MI: mindinho.

Para o desenvolvimento do experimento II foram definidas nove palavras usualmente identificadas como importantes ao contexto social dos cegos e que foram relacionadas a um padrão de estímulos, a saber: **CUIDADO** = P-I-M-A-MI; **RÁPIDO** = P-MI; **DEVAGAR** = I-A; **DIREITA** = P-I; **ESQUERDA** = A-MI; **FRENTE** = I; **COSTAS** = P; **PARE** = I-M-A; e, **SIGA** = M.

Observando a Tabela 3, nota-se que os estímulos enviados pelo transdutor multicanal e recepcionado pelos cego-colaboradores, através de uma luva com um dispositivo vibrotátil em cada dedo, também utilizou-se das três durações de estímulos do primeiro experimento: 500, 250 e 125ms. Pelo que se coletou neste segundo experimento verificou-se as seguintes constatações apresentadas no Gráfico 2.

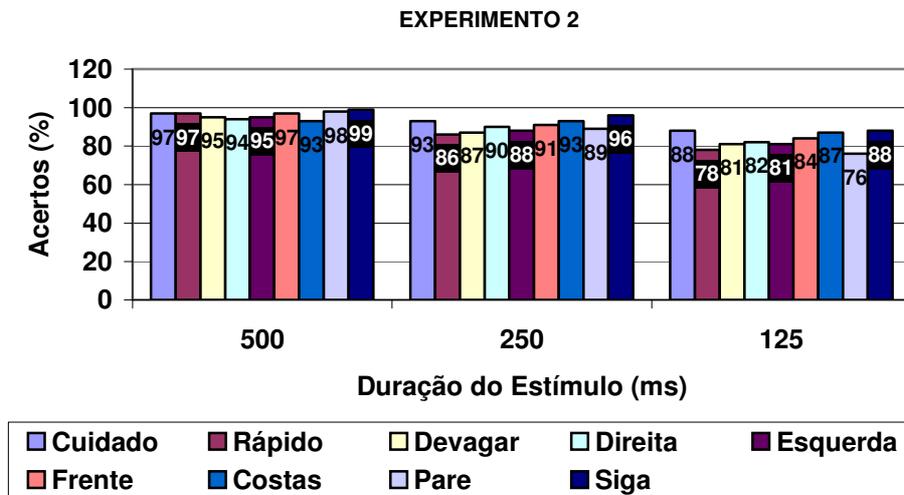


Gráfico 2 – Experimento II. (Experimento de percepções de estímulos com o transdutor multicanal - com treino) Fonte: Coleta de dados do autor (2007).

#### ➤ Duração 500ms

Previamente sabedor das palavras e de seus estímulos correlatos os cego-colaboradores, quando estimulados através do transdutor multicanal com duração de 500ms, tiveram acertos médios de 95,6% (noventa e cinco vírgula seis por cento) nos nove níveis identificação da palavra ao estímulo correspondente. Sendo que, a estimulação M = **SIGA** apresentou-se como forma maior de percepção, atingindo 99% (noventa e nove por cento) dos acertos entre os vinte cego-colaboradores. Já a estimulação P = **COSTAS** apresentou-se com o menor número de acertos (93%). Porém, no contexto geral estas porcentagens de acertos demonstram-se satisfatórias dentro do contexto pretendido pelo presente estudo.

#### ➤ Duração 250ms

Experimentados em uma segunda estimulação através do transdutor multicanal com duração de 250ms, os cegos tiveram acertos médios de 90,3% (noventa vírgula três por cento) nos nove níveis identificação da palavra ao estímulo correspondente. Sendo que, novamente, a estimulação M = **SIGA** apresentou-se como forma maior de percepção, atingindo 96% (noventa e seis por cento) dos acertos entre os vinte cego-colaboradores. Já a estimulação P-MI = **RÁPIDO** foi a que identificou-se com o menor número de acertos (86%), todavia, esta

porcentagem, também, demonstra-se dentro do nível de satisfação estabelecido pelos estudos.

### ➤ **Duração 125ms**

Em uma última abordagem, no experimento dois, os cego-colaboradores foram estimulados através do transdutor multicanal em forma de luva e com duração de 125ms, os quais tiveram acertos médios de 82,7% (oitenta e dois vírgula sete por cento) nos nove níveis de estimulação e recepção de sinais. Sendo que, as estimulações P-I-M-A-MI = **CUIDADO** e M = **SIGA** apresentaram-se como as duas formas de percepção com maior nível de acertos por parte dos cegos, atingindo cada uma um percentual de 88% (oitenta e oito por cento). Já a estimulação I-M-A = **PARE** foi a que se identificou com o menor número de acertos (76%), o que torna satisfatório o recebimento dos estímulos com duração de 125ms.

### ➤ **Resultado do Experimento II**

Nota-se, a partir dos relatos das análises da coleta de dados do experimento II que quanto maior for a duração do estímulo aplicado a recepção dos cegos, maior é sua possibilidade de acertos. Todavia, os resultados diagnosticados neste segundo experimento é, de forma geral, satisfatória, já que os estímulos eram em maior número e que foi disponibilizado os sujeitos de nossa pesquisa palavras para que os mesmos fizessem uma relação entres os padrões, ou seja, os nove estímulos aplicados estavam diretamente correlacionados às nove palavras previamente definidas.

Constatou-se que, com um treinamento prévio torna-se possível que a pessoa portadora de deficiência visual relacione facilmente os estímulos às palavras. Podendo, assim, se utilizar desse resultado para criar um ambiente mais propício para os cegos, sendo que cada estímulo predefinido signifique palavras, objetos, etc, que tenha uma identificação com as necessidades destes indivíduos.

### 5.3 EXPERIMENTO III

São apresentadas no Quadro 2 as consoantes e vogais relacionadas aos padrões de estímulos utilizados no experimento III e os percentuais de acerto relativos aos testes.

CONSOANTE	DEDO	CONSOANTE	DEDO	VOGAIS	DEDO
B	P-I	P	P-I-M-A	A	P
C	P-M	R	P-I-M-MI	E	I
D	P-A	S	I-M-A-MI	I	M
L	P-MI	T	P-M-A-MI	O	A
M	I-M	Z	P-I-M-A-M	U	MI

2 SÍLABAS		3 SÍLABAS		4 SÍLABAS	
PALAVRAS	ACERTOS (%)	PALAVRAS	ACERTOS (%)	PALAVRAS	ACERTOS (%)
CAMA	87	TOMADA	83	MEMORIZAR	77
CASA	82	TOPADA	78	MODERIZAR	75
BOLA	92	MODELO	86	SEPARADO	78

QUADRO 2 – EXPERIMENTO DE PERCEPÇÕES DE ESTÍMULOS COM O TRANSDUTOR MULTICANAL - COM TREINO – EXPERIMENTO III.

FONTE: Coleta de dados do autor (2007).

Ao desenvolvimento do experimento III foram definidas 15 letras do alfabeto da língua portuguesa, sendo as cinco vogais e dez consoantes. Para cada letra foi identificada a um estímulo, a saber: para as vogais **A** = P; **E** = I; **I** = M; **O** = A; e, **U** = MI. Já as consoantes podiam ser identificadas como **B** = P-I; **C** = P-M; **D** = P-A; **L** = P-MI; **M** = I-M; **P** = P-I-M-A; **R** = P-I-M-MI; **S** = I-M-A-MI; **T** = P-M-A-MI; e, **Z** = P-I-M-A-MI.

No experimento III, os cegos foram previamente treinados a relacionarem o estímulo predefinido com uma consoante ou vogal predefinida. As letras escolhidas formavam as palavras utilizadas no experimento III. Foram formadas palavras de 2, 3 e 4 sílabas, a saber: de duas sílabas: CAMA – CASA – BOLA; de três sílabas: TOMADA – TOPADA – MODELO; e, de quatro sílabas: MEMORIZAR – MODERIZAR - SEPARADO.

Pode-se notar que nos grupos de palavras duas palavras tinham o mesmo padrão, diferenciando-se apenas em poucas letras e, já uma terceira era propositalmente diferenciada das demais.

No desenvolvimento do experimento III, foram aplicados os estímulos predefinidos, para que os cego-colaboradores informassem a palavra que deveria estar sendo formada. A cada consoante ou vogal enviada, estabeleceu-se um intervalo de 250ms para que os cego-colaboradores fizessem as correlações mentalmente. Ao final do tempo estabelecido era questionado a cada cego-colaborador qual palavra estava sendo formada.

Os resultados obtidos demonstraram-se mais uma vez satisfatórios, já que nos três níveis de palavras os indivíduos envolvidos nos experimentos atingiram um percentual de acerto de 82% (oitenta e dois por cento) nas nove palavras estabelecidas como experimentos. Pode-se verificar melhor da seguinte forma:

#### ➤ **Palavras com duas sílabas**

- **CAMA:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, com duração de 250ms, aos dedos P-M (**C**); P (A); I-M (M); e, P (A). Verificou-se um percentual de acertos de 87%.
- **CASA:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, aos dedos P-M (C); P (A); I-M-A-MI (S); e, P (A). Verificou-se o menor percentual de acertos de 82%.
- **BOLA:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, aos dedos P-I (B); A (O); P-MI (L); e, P (A). Verificou-se o maior percentual de acertos de 92%.

#### ➤ **Palavras com três sílabas**

- **TOMADA:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, com duração de 250ms, aos dedos P-M-A-MI (T); A (O); I-M (M); P (A); P-A (D); e, P (A). Verificou-se um percentual de acertos de 83%.
- **TOPADA:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, aos dedos P-M-A-MI (T); A (O); P-I-M-A (P); P (A); P-A (D); e, P (A). Verificou-se o menor percentual de acertos de 78%.

- **MODELO:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, aos dedos I-M (M); A (O); P-A (D); I (E); P-MI (L); e, A (O). Verificou-se o maior percentual de acertos de 86%.

➤ **Palavras com quatro sílabas**

- **MEMORIZAR:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, com duração de 250ms, aos dedos I-M (M); I (E); I-M (M); A (O); P-I-M-MI (R); M (I); P-I-M-A-MI (Z); P (A); e, P-I-M-MI (R). Verificou-se um percentual de acertos de 77%.
- **MODERIZAR:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, aos dedos I-M (M); A (O); P-A (D); I (E); P-I-M-MI (R); M (I); P-I-M-A-MI (Z); P (A); e, P-I-M-MI (R). Verificou-se o menor percentual de acertos de 75%.
- **SEPARADO:** para esta palavra foram enviados os sinais de estímulos, aos dedos I-M-A-MI (S); I (E); P-I-M-A (P); P (A); P-I-M-MI (R); P (A); P-A (D); e, A (O). Verificou-se o maior percentual de acertos de 78%.

## 6 CONCLUSÕES

A grande dificuldade que uma pessoa portadora de deficiência visual encontra na construção do seu aprendizado sócio-educacional é a falta de instrumentos facilitadores à sociabilidade destas, que se torna um fator de extrema importância na construção de sua cidadania.

Pode ser comprovado através deste estudo que o desenvolvimento de tais mecanismos é algo “fácil” e de baixo custo e que a implementação continuada, aos cegos, pode possibilitar o acesso a meios de facilitação de seu aprendizado sócio-educacional.

Ficou evidenciado no experimento I, que quanto maior a duração aplicada à recepção dos estímulos pelos cego-colaboradores, maior é a sua possibilidade de acertos. Os resultados diagnosticados pela coleta de dados no Experimento I foram, de uma forma geral, muito bons, pois neste primeiro experimento, não foram disponibilizados aos sujeitos da pesquisa nenhum treinamento prévio. Além disso, no experimento II, verificou-se que os estímulos eram em maior número e que foram disponibilizadas aos sujeitos da pesquisa palavras para que os mesmos fizessem uma relação entre os padrões, ou seja, os nove estímulos aplicados estavam diretamente correlacionados às nove palavras previamente definidas. Constatando que, com um treinamento prévio torna-se possível que a pessoa portadora de deficiência visual relacione facilmente os estímulos às palavras. Por fim, no que ficou exposto pelo relato do experimento III, demonstrou-se mais uma vez satisfatórias as aplicações de estímulos e respostas aos cegos, já que nos três níveis de palavras os indivíduos envolvidos nos experimentos atingiram um percentual de acerto de 82% (oitenta e dois por cento) nas nove palavras estabelecidas como experimentos.

Portanto, acreditou-se pelos resultados apresentados pelo presente estudo que se torna possível criar um ambiente mais propício para os cegos, sendo que cada estímulo predefinido signifique palavras, objetos, sinalização de eventos etc, que tenha uma identificação com as necessidades destes indivíduos.

Este trabalho propôs, portanto, uma forma de obtenção de estimuladores táteis por pessoas com deficiência visual, tendo como principais vantagens a facilidade de aquisição e o baixo custo.

Verificou-se, também, com as experiências realizadas que este estudo veio demonstrar que o uso de sensações táteis acentua a sensibilidade de outros estímulos presentes em um mesmo ambiente de interação, além de prover um novo canal de comunicação, auxiliando, assim, de forma sócio-educacional os indivíduos portadores de deficiência visual.

Contudo, não foi o objetivo principal deste trabalho apresentar um mecanismo de auxílio às pessoas cegas visando a comercialização do mesmo. O objetivo foi contribuir para demonstrar que as potencialidades da Engenharia Elétrica são ferramentas fundamentais para o encontro de novas fórmulas de inserção sócio-educacional dos deficientes visuais na sociedade.

Por tudo isso, frisa-se que este estudo não teve o objetivo de esgotar o tema proposto, para isso seria necessária uma pesquisa mais aprofundada. Porém, vale como um canal de aquisição de referências sobre o tema, tanto para a comunidade acadêmica da Engenharia Elétrica quanto para os interessados sobre o assunto.

A principal contribuição deste trabalho foi a apresentação de uma alternativa mais viável para construção de estimuladores táteis e que seu uso possa ser diversificado, auxiliando os cegos em sua vida cotidiana.

## REFERÊNCIAS

ABED – *Associação Brasileira de Educação a Distância*. Brasil, 1999. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 04 jan. 2006.

ALLEN, Seville. *Guidelines on Choosing Assistive Technology for Persons with Visual Impairments*. Proceedings of 1998 Technology and Persons with Disabilities Conference. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 1998.

ALVES, João Roberto Moreira. *Educação a Distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem*. Artigo do programa Novas Tecnologias na Educação de 01 de fevereiro de 1998. Engenheiro 2001. Fundação Vanzolini, FINEP, Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.engenheiro2001.org.br/programas/980201a1.htm>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

ANDRADE, Pedro. *A Internet e o Ensino a Distância*. Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra, Portugal, 1997. Disponível em: <<http://student.dei.uc.pt/~pandrade/sf/texto.htm>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

ARAUJO, Marcelo et al.. *Boletim EAD*. Centro de Computação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, n. 3, 15 de janeiro, p. 1, 2001.

ARETIO, Lorenzo Garcia. *La Enseñanza Abierta a Distancia como Respuesta Eficaz para la Formación Laboral*. Publicado originalmente em *Materiales para la educación de adultos*, n. 8-9, pp. 15-20. ISSN: 1130-6548. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Espanha, 1997. Disponível em: <<http://www.cglocal.pucrs.br/~greptv/bibead/aretio.html>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

ATER, Matthew H.; DAVIS, Krista M.. *The Integration of Low Vision Aids and Other Assistive Devices in Educational and Vocational Settings*. Proceedings of 2000 Technology and Persons with Disabilities Conference. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 2000.

BARANAUSKAS, M. Cecília C.; MANTOAN, M. Teresa Eglér. *Acessibilidade em Ambientes Educacionais: para Além das Guidelines*. In QUEVEDO, A. A. F.; OLIVEIRA, J. R.; MANTOAN, M. T. E. *Mobilidade, Comunicação e Educação: Desafios à Acessibilidade*. Campinas, SP, WVA Editora e Distribuidora Ltda., p. 133-148, 2000, ISBN 85-85644-20-6.

BARROS, Aléssio T., *Estimulação Tátil aplicada ao ensino da fala*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: 2004.

BILLI, Marcelo. *CD lidera vendas pela Internet no Brasil*. Jornal Folha de S. Paulo. Caderno Dinheiro. São Paulo, SP. p. B10, 17 de janeiro, 2001.

BIVENS, Herbert L.; CHUTE, Alan. *Distance Learning Futures: Creating New Learning Environments and Developing*. New Pedagogical Skills. Distance Learning Resources – Published Articles. Lucent Technologies – Center for Excellence in Distance Learning (CEDL). USA, 1999. Disponível em: <http://www.lucent.com/cedl/icdeenv2.html>. Acesso em: 20 jan. 2006.

BLENKHORN, Paul. *A System for Converting Braille into Print*. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering. USA, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, v. 3, n. 2, June, p. 215 - 221, 1995. ISSN 1063-6528.

BOURNE, J. R.; MCMASTER, E.; RIEGER, J.; CAMPBELL, J. O. *Paradigms for On-Line Learning: A Case Study in the Design and Implementation of an Asynchronous Learning Networks (ALN) Course*. Center for Innovation in Engineering Education, Vanderbilt University, Nashville, USA, 1997. Disponível em: <http://www.aln.org/alnweb/journal/issue2/assee.htm>. Acesso em: 22 jan. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. *Portaria nº. 319, de 26 de fevereiro de 1999* – Institui a Comissão Brasileira do Braille. Brasília, 26 de Fevereiro, 1999.

\_\_\_\_\_. *Decreto nº. 2.494, de 10 de fevereiro de 1998* – Regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei no. 9.394/96). Brasília, 10 de Fevereiro, p. 1, 1998.

\_\_\_\_\_. *Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996* – Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 20 de dezembro, 1996.

BUENO, Gracimar Alvares. *Teste da Eficiência de Um Manual Para Treino de Orientação e Mobilidade de Cegos*. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2006.

CARVALHO, Ariadne M. B. Rizzoni; CHIOSSI, Thelma C. S. *Introdução à Engenharia de Software*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2001. ISBN 85-268-0532-0.

CARVALHO, Gláucia Melaço Garcia e BOTELHO, Francisco Villa Uihôa. *Educação a Distância: um estudo sobre expectativas dos alunos em relação ao uso do meio impresso ou eletrônico*. Resumo de trabalho a apresentado nas III Jornadas de Educação a Distância do Mercosul – CREAD (30 de setembro a 2 de outubro, 2006).

\_\_\_\_\_. *PUC-Campinas vence mais um desafio no Ensino a Distância*. Entrevista concedida ao periódico Antena, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano I, n. 1, p. 4, Maio, 2000a.

\_\_\_\_\_. *Projeto para Deficientes Visuais*. Entrevista concedida aos jornalistas Mirna Abreu e Nicolucci. Programa Cidade em Foco. Rádio Educadora AM de Campinas. Campinas, SP. Veiculada ao vivo às 19:00, 02 de outubro, 2000b.

CARVALHO, José Oscar Fontanini de. *Grupo Reúne Órgãos de Apoio a Portadores de Deficiência*. Entrevista concedida ao periódico Antena, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano I, n. 5, p. 3, Outubro, 2000c.

\_\_\_\_\_. *PUC Cria Núcleo de Pesquisa para Deficiente*. Entrevista concedida ao Jornal Folha de S. Paulo. São Paulo, SP. Caderno Campinas, p. C5, 4 de outubro, 2000d.

\_\_\_\_\_. *União dos que Trabalham com Portadores de Deficiência*. Entrevista concedida ao periódico Comunidade, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano III, n. 35, p. 4, Novembro, 2000e.

\_\_\_\_\_. *A Utilização de Técnicas de Educação a Distância Mediada por Computador como Apoio às Aulas Presenciais: Um Estudo de Caso*. Actas del Congreso Internacional Online Educa Madrid – La Formación Virtual en el Nuevo Milenio, Madrid, Espanha, Edições UNED, p. 5-9, 2000f.

\_\_\_\_\_. *Ensino a Distância Ganha Assessoria*. Entrevista concedida ao periódico Diálogos, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano II, n. 10, p. 3, Fevereiro, 1999a.

\_\_\_\_\_. *Aula pelo Computador*. Entrevista concedida ao jornalista Edson Pereira Filho. Jornal Diário do Povo. Campinas, SP. Ano 88, n. 28.051, p. 5, 1 de março, 1999b.

\_\_\_\_\_. *Curso a Distância Ganha Adeptos*. Entrevista concedida à jornalista Ângela Gusikuda. Jornal Gazeta Mercantil. Caderno Planalto Paulista. Campinas, SP. p. 1, Ano I, n. 75, 17 de março, 1999c.

\_\_\_\_\_. *Graduação a Distância*. Entrevista concedida ao jornalista Aderval Borges. Diálogos, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano II, n. 12, p. 8, Abril, 1999d.

\_\_\_\_\_. *Ensino a Distância na Graduação*. Entrevista concedida à jornalista Cheila. Programa Tarefa Mínima. TV NET. Canal 25 (TV cabo). Campinas, SP. Veiculada em 29 de junho às 10:00h e reapresentada em 29 de junho às 16:15h, 1999e.

CARVALHO, José Oscar Fontanini de. *Seminário sobre Ensino a Distância será em Setembro*. Entrevista concedida ao jornalista Aderval Borges. Diálogos, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano II, n. 14, p. 5, Agosto, 1999f.

\_\_\_\_\_. *Universidade do Futuro*. Entrevista concedida à jornalista Eliana Paschoalin. Jornal Diário do Povo. Campinas, SP. Ano 88, n. 28.269, p. 3, 4 de outubro, 1999g.

\_\_\_\_\_. *Educação a Distância*. Entrevista concedida à jornalista Amanda. Programa Século News. TV Século 21. Canal 53 (UHF). Campinas, SP. Veiculada em 06 de outubro às 18:30h e reapresentada em 16 de outubro às 12:30h, 1999h.

\_\_\_\_\_. *Universidade Hospeda Site Sobre Ensino a Distância*. Entrevista concedida ao periódico Síntese, informativo quinzenal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano III, n. 35, p. 7, 1 quinzena de Outubro, 1999i.

\_\_\_\_\_. *NAR hospeda Site nacional sobre Ensino a Distância*. Entrevista concedida ao periódico Diálogos, informativo mensal da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, SP. Ano II, n. 16, p. 6, Outubro, 1999j.

\_\_\_\_\_. *Ensino a Distância*. Entrevista concedida à jornalista Martha Monteiro. Programa Martha Monteiro. CNTi. Canal 23 (UHF). Campinas, SP. Gravada em 03 de novembro e veiculada em 28 de novembro às 12:30h, 1999k.

\_\_\_\_\_. *Ensino a Distância*. Palestra apresentada ao Conselho Universitário da Pontifícia Universidade Católica de Campinas em 02 de dezembro e reapresentada a outras unidades da mesma Universidade, 1999l.

\_\_\_\_\_. *A Tecnologia Apoiando os Deficientes Visuais no Ensino Superior - A Experiência da PUC-Campinas*. Mídia, Educação e Leitura. Capítulo de livro organizado por BARZOTTO, Valdir Heitor; GHILARDI, Maria Inês. São Paulo, Anhembi Morumbi e Associação de Leitura do Brasil, p. 229 - 240, 1999m. ISBN 85-87370-03-0.

\_\_\_\_\_. *Relatório com o resumo da Participação nas Primeiras Jornadas de Educação a Distância do MERCOSUL*. - Relatório de Viagem à PUC-Campinas. Foz do Iguaçu – Paraná. Organizado pelo Consórcio Rede de Educação à Distância (CREAD). Setembro de 1997.

\_\_\_\_\_. *Sistemas de Interação Homem-Computador Destinados aos Deficientes Visuais*. Informédica. Revista de Informática para Médicos. Campinas, Núcleo de Informática Biomédica da UNICAMP, v. 2, n. 12, janeiro/fevereiro, p. 11-15, 1995.

CARVALHO, José Oscar Fontanini de. *Deficientes Visuais têm Aula em Computador*. Entrevista concedida à jornalista Maria Finetto. Jornal Diário do Povo. Campinas, SP. Caderno de Economia, p. 4, 29 de abril, 1994a.

\_\_\_\_\_. *Referenciais para Projetistas e Usuários de Interfaces de Computadores Destinadas aos Deficientes Visuais*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 1994b.

\_\_\_\_\_. *ProAces/DV – Projeto de Acessibilidade aos Alunos Deficientes Visuais da PUC-Campinas - SP - Aspectos Pedagógicos*. Anais do III Congresso Ibero-Americano de Educação Especial - Diversidade na Educação: Desafio para o Novo Milênio, Ministério da Educação, Foz do Iguaçu, PR, v. 3, p. 332-336, 1998.

CARVALHO, José Oscar Fontanini de. ARANHA, Maria Cristina L. F. M.. *ProAces/DV – Projeto de Acessibilidade aos Alunos Deficientes Visuais da PUC-Campinas – Aspectos Tecnológicos*. Anais do XVIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, IVWorkshop de Informática na Escola, Belo Horizonte, MG, Universidade Federal de Minas Gerais, v. 1, p. 557-567, 1998.

CATELAN, Wagner. *Depoimento feito ao autor do trabalho*. Cargo: Consultor de tecnologia assistiva. Cisco Networking Academies Program. SP, 2001.

CDLP – *The California Distance Learning Project*. What is Distance Learning? California State University Institute. Sacramento County Office of Education, (1999) Disponível em: <<http://www.otan.dni.us/cdlp/distance/home.html>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Barbosa. *Recursos Didáticos na Educação Especial*. Benjamim Constant. Rio de Janeiro, Instituto Benjamim Constant, MEC, Centro de Pesquisa, Documentação e Informação, ano 6, n. 15, abril, p. 24-28, 2000. ISSN 1414-6339.

CHAVES, Eduardo O. C. *A Tecnologia e os Paradigmas na Educação: o Paradigma Letrado entre o Paradigma Oral e o Paradigma Audiovisual*. In BARZOTTO, V. H.; GHILARDI, M. I. (Orgs.), *Mídia Educação e Leitura*. São Paulo, Editora Anhembi Morumbi e Associação de Leitura do Brasil, p. 193-214, 1999. ISBN 85-87370-03-0.

\_\_\_\_\_. *Introdução à Informática*. Campinas, SP: Editora Mindware, 1996.

CHIAVENATO, Idalberto. *Teoria geral da Administração*. S. Paulo, SP: McGraw-Hill, Vol. II, 3a. ed, 1987. ISBN 0-07-450067-8.

CHONG, Curtis. *Problems and Challenges of the Graphical. User Interface*. In Proceedings of the 2nd U.S./Canada Conference on Technology for the Blind. The Braille Monitor, Pierce, Barbara (Editor). Maryland, National Federation of the Blind, January, p. 52-56, 1994.

COOMBS, Norman. *Distance Learning and Students with Disabilities: Easy Tips for Teachers*. Proceedings of 2000 Technology and Persons with Disabilities Conference. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 2000.

CORDÃO JÚNIOR, José Parra; GAVAZZA, José Augusto Tagliassachi; CARVALHO, José Oscar Fontanini de. *Transcritor Braille*. Projeto de conclusão de graduação para o Curso de Engenharia de Computação da PUC-Campinas. Campinas, SP, 2000.

CORN, Anne L.; KOENIG, Alan J. *Perspectives on Low Vision*. In Corn, Anne L. e Koenig, Alan J. *Foundations of Low Vision: Clinical and Functional Perspectives*. New York, NY, AFB Press, American Foundation for the Blind, p. 3-25, 1996. ISBN 0-89128-941-0.

CRANMER, T. V. *Emerging Research Goals in the Blindness Field*. In Proceedings of the 2nd U.S./Canada Conference on Technology for the Blind. The Braille Monitor, Pierce, Barbara (Editor). Maryland, National Federation of the Blind, January, p. 20-25, 1994.

CREWS, J. E.. *Strategic Planning and Independent Living for Elders Who Are Blind*. Journal of Visual Impairment & Blindness. New York, American Fundation for the Blind Press, v. 85, n. 2, February, p.52-57, 1991.

CRUZ, Dulce. *A Construção de Modelos de Ensino a Distância: A Experiência do LED/UFSC*. Palestra apresentada pela docente da Universidade Federal de Santa Catarina, na Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 12 de Agosto, 1999.

DLRN – *Distance Learning Resource Network. What is Distance Education?* WestED. San Francisco. USA, 199\_. Disponível em: <<http://www.wested.org/tie/dlrn/distance.html>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

EISENBERG, Anne. *Sabores de Alimentos Chegam ao Microcomputador pela Internet*. Jornal Folha de S. Paulo. São Paulo, Caderno Informática, p. F 6, 17 de janeiro, 2001.

ERIN, Jane N. E; PAUL, Beth. *Functional Vision Assessment and Instruction of Children and Youths in Academic Programs*. In Corn, Anne L. e Koenig, Alan J., *Foundations of Low Vision: Clinical and Functional Perspectives*. New York, NY, AFB Press, American Foundation for the Blind, p. 185-220, 1996. ISBN 0-89128-941-0.

FAY, Brian T. *Evaluation of Individuals with Visual Impairment for Educational and Vocational Applications of Assistive Technology. Proceedings of 1998 Technology and Persons with Disabilities Conference*. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 1998.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 2. ed., 1986.

FERREL, K. A.; PERSICHITE, K. A.; LOWELL, N. *Distance Learning Technologies for Blind and Visually Impaired Students. Proceedings of 2000 Technology and Persons with Disabilities Conference*. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 2000.

FONSECA, Vítor da. *Introdução às Dificuldades de Aprendizagem*. Porto Alegre, Editora Artes Médicas, 2. ed., 1995. ISBN 85-7307-086-2.

FOWLER, Martin; SCOTT, Kendall. *UML Essencial: Um breve guia para a linguagem- padrão de modelagem de objetos*. Porto Alegre, RS: Bookman, 2. ed., 2000. ISBN 85-7307-729-8.

FRITZ, J. P; BANER, K. E. *Design of a haptic data visualization system for people with visual impairments*. Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions, volume: 7, (p. 372-384), setembro, 1999.

GANE, Chris; SARSON, Trish. *Análise Estruturada de Sistemas*. Rio de Janeiro, RJ, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1983. ISBN 85-216-0245-6.

GLINERT, Ephraim P. *Ensuring Access for People with Disabilities to the National Information Infrastructure and Multimedia Computing*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 59, September, p. 10-17, 1997.

HATWELL, I. *Psychologie cognitive de lac cécité précoce*. Paris: Dunot, 2003.

HENAJEROS et al. *Acessibilidade en el Medio Físico para Personas con Ceguera o Deficiencia Visual*. Madrid, ONCE, 1994. ISBN 84-87277-39-X.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil. Disponível em: <<http://www.ibge.net/ibge/presidencia/noticias>>. Acesso em: 19 abr. 2006.

INA, Satoshi. *Embodiment of 3D Virtual Objects for the Blind by PC*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 60, January, p. 17-21, 1998.

JOSÉ, Newton Kara. *Estimativa de prevalência sobre cegos e deficientes visuais*. Dados fornecidos pela Profa. Rita de Cássia Ietto Montilha, Coordenadora de Deficientes Visuais do Centro de Estudos e Pesquisas Prof. Dr. Gabriel Porto da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2003.

KARSHMER, Arthur I.; KAUGARS, Karlis. *Equal Access to Information for All: Making the World of Electronic Information more Accessible to the Handicapped in our Society*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 52, November, p. 11-22, 1995.

KAUCHAKJE, Samira. *Inclusão: Uma Perspectiva Social e da Conquista dos Direitos*. In QUEVEDO, A. A. F.; OLIVEIRA, J. R.; MANTOAN, M. T. E.. Mobilidade, Comunicação e Educação: Desafios à Acessibilidade. Campinas, SP, WVA Editora e Distribuidora Ltda., p. 203-212, 2000. ISBN 85-85644-20-6.

KOENIG, Alan J. *Selection of Learning and Literacy Media for Children and Youths with Low Vision*. In Corn, Anne L. e Koenig, Alan J., Foundations of Low Vision: Clinical and Functional Perspectives. New York, NY, AFB Press, American Foundation for the Blind, p. 246-279, 1996. ISBN 0-89128-941-0.

KOENIG, Alan J; REX, Evelyn J. *Instruction of Literacy Skills to Children and Youths with Low Vision*. In Corn, Anne L. e Koenig, Alan J., Foundations of Low Vision: Clinical and Functional Perspectives. New York, NY, AFB Press, American Foundation for the Blind, p. 280-305, 1996. ISBN 0-89128-941-0.

LANDIM, Cláudia Maria das Mercês Paes Ferreira. *Educação à Distância: algumas considerações*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.

LEIDERMANN, Frank; WEBER, Harald; ZINK, Klaus J. *New Technologies and People with Disabilities - Profile of the Institute of Technology and Work (ITA)*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 63, January, p. 4-7, 1999.

LITTO, Fredric M. *O Ensino a Distância no Brasil e no Mundo*. Palestra apresentada pelo presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância ABED no 1º

Seminário de Ensino a Distância da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, SP, 27 de setembro, 1999.

LOYOLLA, Waldomiro; PRATES, Maurício. *Metodologia de Educação a Distância: Mediada por Computador (EDMC): Resultados de sua Aplicação em Diversos Níveis Educacionais no Biênio 1998-2000*. Anais do VII Congresso Internacional de Educação a Distância. Associação Brasileira de Educação a Distância. SP, Agosto, 2000.

LUCENA, Carlos J. P. et al. *O Aulanet e as Novas Tecnologias de Informação Aplicadas à Educação Baseada na WEB*. Anais do VI Congresso Internacional de Educação a Distância. Associação Brasileira de Educação a Distância. RJ, 1999.

MENNENS, J. et al. *Optical Recognition of Braille Writing Using Standard Equipment*. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering. USA, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, v. 2, n. 4, December, p. 207 - 212, 1994. ISSN 1063-6528.

MORAES, Mônica Cristina Martinez de. Depoimento feito ao autor do trabalho. Cargo: Professora de Educação Especial. Função: Professora Itinerante. Rede Pública Municipal de Campinas, SP, 2001.

NABAIS, Márcia Lopes de Moraes et al. *Estudo Profissiográfico: O Encaminhamento do Deficiente Visual ao Mercado de Trabalho*. Benjamim Constant. Rio de Janeiro, Instituto Benjamim Constant, MEC, Centro de Pesquisa, Documentação e Informação, ano 6, n. 15, abril, p. 8-23, 2000. ISSN 1414-6339.

NASCIMENTO, Ângela Maria Rossi do et al.. *O Deficiente Visual na Classe Comum*. SP, SE/CENP, 1987.

NETO, Francisco José da Silva Lobo. *Educação a Distância: Regulamentação, Condições de Êxito e Perspectivas*. Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense, 1998. Disponível em: <<http://www.intelecto.net>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

NISKIER, Arnaldo. *Educação à Distância – A tecnologia da esperança*. São Paulo, Edições Loyola, 1999. ISBN 85-15-01982-5.

NORMAN, Donald A. *The Pedagogy of UNext: Online distance education is not traditional education at a distance*. Anais do VII Congresso Internacional de Educação a Distância. Associação Brasileira de Educação a Distância. SP, Agosto, 2000.

NUNES, Ivônio B. *Noções de Educação a Distância*. Revista Educação a Distância. Brasília, Instituto Nacional de Educação a Distância, ns. 4/5, Dezembro/93- Abril/94, p. 7-25, 1994. Disponível em: <<http://www.intelecto.net/ead/ivonio1.html>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

PASTORE, José. *Oportunidades de Trabalho para Portadores de Deficiência*. São Paulo: LTr Editora Ltda., 2000. ISBN 85-7322-991-8.

PEREZ, Elaine Cristina de Matos Fernandez. *Educação Inclusiva – Caminhos de uma Educação Humanista*. In QUEVEDO, A. A. F.; OLIVEIRA, J. R.; MANTOAN, M. T. E. Mobilidade, Comunicação e Educação: Desafios à Acessibilidade. Campinas, SP, WVA Editora e Distribuidora Ltda., p. 193-202, 2000. ISBN 85-85644-20-6.

PERROTO, Elisabeth M. *Technology for the Visually Impaired: Hi and Lo-tech Strategies in the Classroom and on the "Classroad"*. Proceedings of 1998 Technology and Persons with Disabilities Conference. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 1998.

PHTN – *Public Health Training Network*. Glossary of Selected Distance Learning Terms and Phrases. USA. Última atualização em 8 de abril de 1999. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/phtn/lingo.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2006.

PIMENTEL, Mariano G.; ANDRADE, Leila C. V. *Educação a Distância: Mecanismos para Classificação e Análise*. Anais do VII Congresso Internacional de Educação a Distância. Associação Brasileira de Educação a Distância. SP, Agosto, 2000.

PIWETZ, C.; EIFFERT, F.; HECK, H.; MÜLLER-CLOSTERMAN, B. *An Adjustable User Interface Providing Transparent Access to Application Programs for the Physically Disabled*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 51, January, p. 11-16, 1995.

PRATES, Maurício; LOYOLLA, Waldomiro. *Educação à Distância Mediada por Computador (EDMC) – Projeto Pedagógico para Cursos de Pós Graduação*. Revista da Educação, Campinas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, v. 3, n 7, ps. 44-51, novembro, 1999.

PRESSMAN, Roger S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. New York, NY, McGraw-Hill, Inc., Third Edition, 1992. ISBN 0-07-050814-3.

QUARTIERO, Elisa Maria. *As Tecnologias da Informação e Comunicação e a Educação*. Revista Brasileira de Informática na Educação. RJ, Sociedade Brasileira de Computação, n. 4, Abril, 1999. ISSN 1414-5685.

RAMANUJAM, Perumalsamy R. *Opening Distance Education to People with Disabilities: The Need to Break Institutional Barriers*. Proceedings of The 19th ICDE World Conference on Open Learning and Distance Education, International Council for Open and Distance Education. Viena, Austria, June, 1999.

ROTH, Ilona.. *A Educação Democrática*. Publicado originalmente no jornal Folha de S. Paulo, Caderno Mais!, 24 de maio, p. 13, 1998. Disponível em: <<http://www.intelecto.net/ead>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

SARAIVA, João F. *Projeto de Informática na Educação do Estado de Minas Gerais (1997/1998)*. – Relatório da Secretaria de Estado do Governo de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 1998.

SASSAKI, Romeu Kazumi. *Inclusão: Construindo uma Sociedade para Todos*. Rio de Janeiro, RJ, WVA Editora e Distribuidora Ltda., 1997. ISBN 85-85644-11-7.

SHINOHARA, M.; Shimizu, Y.; Mochizuki, A. *Three-Dimensional Tactile Display for the Blind*. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering. USA, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, v. 6, n. 3, September, p. 249 - 256, 1998. ISSN 1063-6528.

SILVA, Helena Ferreira da. *A Percepção do Cego Pelo Universitário: Um Problema de Integração na Comunidade*. Dissertação de mestrado apresentada no Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal da Paraíba, 1982.

SPODICK, Edward F. *The Evolution of Distance Learning*. Hong Kong University of Science & Technology Library. Apresentado em agosto de 1995 e revisado em 5 de março de 1996. Disponível em: <<http://sqzm14.ust.hk/distance/evolution-distance-learning.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2007.

STEPHANIDIS, Constantini. *User Interface for All*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 54, January, p. 20-23, 1996.

STEWART, Ron. *Distance Education and Individuals with Disabilities*. Proceedings of 1999 Technology and Persons with Disabilities Conference. CSUN - Califórnia State University Northridge. USA. March, 1999.

TEACH Wisconsin. *TEACH Wisconsin Glossary of Technical Terms*. USA, 1999. Disponível em: <<http://www.teachwi.state.wi.us/links/glossary.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2007.

TFT – Technologies for Training. Glossary A-Z. Department for Education and Employment. UK. Última atualização em 9 de julho de 1999. Disponível em: <<http://www.ttt.co.uk/glossary1.html>>. Acesso em: 19 jan. 2007.

THAKKAR, Umesh. *Ethics in the Design of Human-Computer Interfaces for the Disabled*. SIGCAPH Newsletter. New York, ACM Press, n. 42, June, p. 1-7, 1990.

TÔCO, Alexandre Alves. *Depoimento feito ao autor do trabalho*. Cargo: Analista de Sistemas. COESP - Companhia de Seguros do Estado de São Paulo, São Paulo, 2001.

VALENTE, José Armando e ALMEIDA, Fernando José. *Visão Analítica da Informática na Educação no Brasil: a questão da formação do professor*. Revista Brasileira de Informática na Educação. RJ, Sociedade Brasileira de Computação, n. 1, setembro, 1997. ISSN 1414-5685.

VALENTE, José Armando. *Educação a Distância: uma oportunidade para mudança no processo ensino-aprendizagem*. Palestra ministrada no Centro de Computação da UNICAMP, Campinas, SP em 05 de abril, 2001.

VANDERHEIDEN, Gregg C. *Making Software More Accessible for People with Disabilities*. SIGCAPH Newsletter. NY, ACM Special Interest Group on Computers and the Physically Handicapped, ACM Press, n. 47, June, p. 2-32, 1993.

VANDERHEIDEN, Gregg C.; VANDERHEIDEN, Katherine R.. *Acessible Design of Consumer Products. Guidelines for the Design of Consumer Products to Increase their Accessibility to the People With Disabilities or who are Aging*. AD HOC Industry-Consumer-Researcher Work Group. Trace R & D Center at the University of Wisconsin - Madison, USA, 1991.

VICKERY, Leah J. *Techniques and Technology for Teaching Students with Vision Impairment*. Proceedings of 2000 Technology and Persons with Disabilities Conference. CSUN - California State University Northridge. USA. March, 2000.

WCET – *Western Cooperative for Educational Telecommunications*. Glossary of Telecommunications Terms. USA. Última atualização em 10 de julho de 1997. Disponível em: <<http://www.wiche.edu/telecom/resources/glossary/terms.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2006.

WILLIS, Barry. *Distance Education at a Glance - Guide 1. Engineering Outreach at the University of Idaho, USA, 1995*. Disponível em: <<http://www.uidaho.edu/evo/distglan.html>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

YAMAMOTO, Hitomi. *Unidade de Referência e Recursos para a Educação Especial – Da Elaboração e do Acesso aos Materiais Didáticos ao Aluno com Deficiência Visual*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação do Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná, Brasil, 1995.

ZANDT, P. L. Van; ZANDT, S. L. Van; WANG, A. *The Role of Support Groups in Adjusting to Visual Impairment in Old Age*. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. New York, American Fundation for the Blind Press, v. 88, n. 3, May- June, p.244-252, 1994.

ZIMMERMAN, George J. *Optics and Low Vision Devices*. In CORN, Anne L.; KOENIG, Alan J., *Foundations of Low Vision: Clinical and Functional Perspectives*. New York, NY, AFB Press, American Foundation for the Blind, p. 115-142, 1996. ISBN 0-89128-941-0.



```
    printf("Foi enviado o comando `b`");
break;
}
case 'c':
{
    outportb(PORTA, 3);
    printf("Foi enviado o comando `c`");
break;
}
case 'd':
{
    outportb(PORTA, 4);
    printf("Foi enviado o comando `d`");
break;
}
case 'e':
{
    outportb(PORTA, 5);
    printf("Foi enviado o comando `e`");
break;
}
case 'f':
{
    outportb(PORTA, 6);
    printf("Foi enviado o comando `f`");
break;
}
case 'g':
{
    outportb(PORTA, 7);
    printf("Foi enviado o comando `g`");
break;
}
case 'h':
{
    outportb(PORTA, 8);
    printf("Foi enviado o comando `h`");
break;
}
case 'i':
{
    outportb(PORTA, 9);
    printf("Foi enviado o comando `i`");
break;
}
case 'j':
{
    outportb(PORTA, 10);
    printf("Foi enviado o comando `j`");
break;
}
case 'l':
{
    outportb(PORTA, 11);
    printf("Foi enviado o comando `l`");
break;
}
case 'm':
{
    outportb(PORTA, 12);
    printf("Foi enviado o comando `m`");
```

```
break;
}
case 'n':
{
    outportb(PORTA, 13);
    printf("Foi enviado o comando `n`");
break;
}
case 'o':
{
    outportb(PORTA, 14);
    printf("Foi enviado o comando `o`");
break;
}
case 'p':
{
    outportb(PORTA, 15);
    printf("Foi enviado o comando `p`");
break;
}
case 'q':
{
    outportb(PORTA, 16);
    printf("Foi enviado o comando `q`");
break;
}
case 'r':
{
    outportb(PORTA, 17);
    printf("Foi enviado o comando `r`");
break;
}
case 's':
{
    outportb(PORTA, 18);
    printf("Foi enviado o comando `s`");
break;
}
case 't':
{
    outportb(PORTA, 19);
    printf("Foi enviado o comando `t`");
break;
}
case 'u':
{
    outportb(PORTA, 20);
    printf("Foi enviado o comando `u`");
break;
}
case 'v':
{
    outportb(PORTA, 21);
    printf("Foi enviado o comando `v`");
break;
}
case 'x':
{
    outportb(PORTA, 22);
    printf("Foi enviado o comando `v`");
break;
}
```

```
    }  
    case 'z':  
    {  
        outportb(PORTA, 23);  
        printf("Foi enviado o comando `z`");  
        break;  
    }  
  
    default :  
    {  
        printf("Entre com um comando valido");  
        break;  
    }  
}  
  
}  
while(carac!='0');  
}
```

## **APÊNDICE B – PUBLICAÇÕES EM EVENTOS**

ALVES, R. L.; FECHINE, J. M.; FREIRE, R. C. S; AGUIAR NETO, B. G.; Cunha, S. L. N.; MAIA, Vanderley, 2006. Uma alternativa mais acessível para Transdutores táteis; IV Congresso Iberoamericano Sobre Tecnologias de Apoio a Portadores de Deficiência, 1, Vitória – ES.

Cunha, S. L. N; AGUIAR NETO, B. G.; FECHINE, J. M.; ALVES, R. L., 2006. Técnicas de Processamento Digital de Sinais Aplicadas à Terapia da Fala; IV Congresso Iberoamericano Sobre Tecnologias de Apoio a Portadores de Deficiência, 1, Vitória – ES.