

AMANDA CRISTINA FERREIRA DE FREITAS

**ESTUDO E PROPOSTA EXPERIMENTAL DE UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA DE
AUDIODESCRIBÇÃO DE IMAGENS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA
VISUAL**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

AMANDA CRISTINA FERREIRA DE FREITAS

**ESTUDO E PROPOSTA EXPERIMENTAL DE UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA DE
AUDIODESCRIÇÃO DE IMAGENS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA
VISUAL**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de Concentração:
Tecnologia Educacional

Orientador:
Prof. Dr. José Monserrat Neto

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de Processos Técnico da Biblioteca Central da UFLA

Freitas, Amanda Cristina Ferreira de

Estudo e Proposta Experimental de uma Tecnologia Assistiva de Audiodescrição de Imagens para Portadores de Deficiência Visual / Amanda Cristina Ferreira de Freitas. Lavras – Minas Gerais, 2010, 43p: il.

Monografia de Graduação – Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência da Computação.

1. Deficiência Visual. 2. Educação. 3. Tecnologia Assistiva 4. Descritor de Imagens I. FREITAS, A. C. F. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

AMANDA CRISTINA FERREIRA DE FREITAS

**ESTUDO E PROPOSTA EXPERIMENTAL DE UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA DE
AUDIODESCRIÇÃO DE IMAGENS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA
VISUAL**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de
Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Ciência da Computação
para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em _____ de _____ de _____.

Profa. MSc. Juliana Galvani Greggi

Profa. Dra. Ana Paula Piovesan Melchiori

Prof. Dr. José Monserrat Neto
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

Dedico esse trabalho aos meus pais, José e Vânia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Aos meus pais, José e Vânia, pelo amor, educação e incentivo.

Ao meu irmão, André, pelo carinho de sempre.

A toda a minha família, pela afeição e zelo.

Aos amigos pelo carinho e ajuda constante.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência da Computação, pela oportunidade concedida para concretização da monografia.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor orientador Dr. José Monserrat Neto, pela amizade e por ter norteado o caminho para a elaboração desse trabalho.

Ao Ramon, pela amizade e pela ajuda na correção e elaboração desta monografia.

Ao professor Dr. Paulo Henrique de Souza Bermejo, pelas contribuições teóricas e pela compreensão.

Ao professor e coordenador de curso Dr. Cláudio Fabiano Motta Toledo, pelo apoio e incentivo.

ESTUDO E PROPOSTA EXPERIMENTAL DE UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA DE AUDIODESCRIÇÃO DE IMAGENS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL

RESUMO

Como ainda não existe uma tecnologia de descrição detalhada de imagens, sua interpretação por deficientes visuais é atualmente muito difícil. Este trabalho mostra a importância do uso da tecnologia na educação e como ela pode facilitar o aprendizado de pessoas portadoras de deficiência visual. Realiza-se um estudo das tecnologias existentes e sobre uma possível tecnologia assistiva, com vistas a ampliar as habilidades funcionais de pessoas com necessidades visuais e, com isso, promover sua inclusão e autonomia social. Por fim, propõem-se os requisitos de uma tecnologia assistiva de audiodescrição de imagens.

Palavras-chave: Deficiência Visual, Educação, Tecnologia Assistiva, Audiodescritor de Imagens.

EXPERIMENTAL STUDY AND PROPOSAL OF AN ASSISTIVE TECHNOLOGY OF AUDIODESCRIPTION OF IMAGES FOR THE VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

ABSTRACT

Since there is not a technology that describes images in detail, their interpretation by the visually impaired persons is currently very difficult. This work shows the importance of using technology in education and how that may facilitate learning of people with visual disabilities. A study of existing technologies and of a possible assistive technology is realized, in order to broaden the functional abilities of visually impaired people and thereby to promote their social inclusion and autonomy. At last the requirements of an assistive technology of audiodescription of images are proposed.

Keywords: Visual Disability, Education, Assistive Technology, Image Audiodescriptor.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABELAS	2
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	3
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização e Motivação	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura do Trabalho	3
2 A SITUAÇÃO DOS PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS	4
2.1 Deficiências	4
2.2 As Pessoas Deficientes e a Educação	7
2.2.1 Histórico dos Portadores de Deficiência na Escola	7
2.2.2 Histórico dos Portadores de Deficiência no Ensino Superior	12
2.3 Tecnologias Assistivas no Auxílio aos Portadores de Deficiência Visual	14
2.3.1 Acessibilidade e Tecnologia Assistiva	14
2.3.2 Tecnologias Existentes	17
2.4 Ausência de Audiodescritores de Imagens	25
3 ENGENHARIA DE SOFTWARE	27
3.1 Engenharia de Requisitos	27
3.2 Interação Humano-Computador e Engenharia de Software	31
4 METODOLOGIA	33
4.1 Tipos de Pesquisa.....	33
4.2 Procedimentos Metodológicos.....	33
5 PROPOSTA EXPERIMENTAL DE REQUISITOS DO SISTEMA.....	36
6 CONCLUSÃO.....	42
6.1 Trabalhos Futuros.....	42
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1: Total de Indivíduos por Tipo de Deficiência no Brasil.....	7
Figura 2. 2: A História da Educação Especial no Brasil.....	10
Figura 2. 3: Matrículas na Educação Especial.....	14
Figura 2. 4: Ponteiro de Cabeça.....	18
Figura 2. 5: Mouse Ocular.....	19
Figura 2. 6: Mestre®.....	20
Figura 2. 7: Luva Alfabética.....	20
Figura 2. 8: Alfabeto Braile.....	21
Figura 2. 9: Área de Trabalho Ampliada com o Uso do LentePro.....	22
Figura 2. 10: Tela Inicial do DOSVOX.....	23
Figura 2. 11: Interface de Entrada do Ambiente MECDaisy.....	24
Figura 3. 1: Fases da Engenharia de Requisitos.....	28
Figura 4. 1: Protótipo do software audiodescritor de imagens.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1: Nível de Escolaridade das Crianças por Tipo de Deficiência.	11
Tabela 2. 2: Nível de Escolaridade dos Adolescentes por Tipo de Deficiência.....	12
Tabela 5. 1: Requisitos para o <i>Software</i>	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WHO - *World Health Organization*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

UNICEF - *United Nations International Children's Emergency Fund*

ES – Engenharia de Software

IHC – Interação Humano-Computador

MEC – Ministério da Educação

CNE – Conselho Nacional de Educação

LIBRAS – Língua Brasileira de Sinais

LAHMIEI - Laboratório de Aprendizagem Humana, Multimídia Interativa e Ensino Informatizado

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

NCE-UFRJ – Núcleo de Computação Eletrônica – Universidade Federal do Rio de Janeiro

LIDA – Livro Digital Acessível

UFLA – Universidade Federal de Lavras

HTML – *HyperText Markup Language*

CSS – *Cascading Style Sheets*

PHP – *PHP: Hypertext Preprocessor*

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo está presente uma introdução sobre o tema, realizando uma contextualização, bem como, apresentando a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, os objetivos geral e específicos, e a forma de organização do mesmo.

1.1 Contextualização e Motivação

Existem no mundo muitas pessoas portadoras de necessidades especiais¹, e elas passam por diversas dificuldades, tanto no meio físico das cidades, quanto no meio educacional. Segundo dados da *World Health Organization* (WHO, 2009), existem cerca de 314 milhões de pessoas deficientes visuais em todo o mundo, das quais, 45 milhões são cegos. No Brasil, segundo estimativas baseadas no Censo Demográfico 2000, entre as 16,5 milhões de pessoas que possuem deficiência visual, 159.824 são incapazes de enxergar (IBGE, 2002).

Existem vários tipos de deficiências, as quais, de acordo com o Decreto nº 3.298 de 1999, podem ser: a) física, a qual engloba paraplegia, tetraplegia, hemiplegia, paralisia cerebral e amputação; b) visual, na qual a pessoa pode ter baixa visão ou cegueira; c) auditiva, onde o indivíduo ouve pouco e utiliza a língua dos sinais para se comunicar; d) intelectual, a qual as pessoas que a possuem demoram mais tempo para aprender e compreender solicitações; e e) múltipla, que é a associação de duas ou mais deficiências. Existem outros tipos de deficiências – deficiência genética, cognitiva, neurológica, etc – as quais, entretanto, não serão tratadas neste trabalho.

Este trabalho tem como público alvo os deficientes visuais, os quais, segundo Guedes (2009), são pessoas que possuem uma “situação irreversível de diminuição da resposta visual, em virtude de causas congênitas ou hereditárias, mesmo após tratamento clínico e/ou cirúrgico e uso de óculos convencionais”.

Adentrando-se na situação das pessoas deficientes na educação, a escola tem um papel fundamental no processo de inclusão destes e, para isso, ela deve encontrar nos meios tecnológicos uma maneira de minimizar ou até mesmo compensar as necessidades especiais do aluno deficiente com alguns recursos específicos. Portanto, o professor pode e deve utilizar-se da tecnologia assistiva, a qual facilita a utilização do computador e da maioria dos *software* por pessoas com limitações. No entanto, tal possibilidade ainda não é a realidade na qual vivemos.

¹ Pessoa portadora de necessidades especiais também pode ser denominada: pessoa deficiente, pessoa portadora de deficiência, portador de deficiência, pessoa com deficiência.

De acordo com a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), os alunos portadores de necessidades educacionais especiais devem ter acesso às escolas regulares e estas devem se adequar através de uma pedagogia centrada na criança, com ensino capaz de satisfazer às necessidades dos mesmos. Mais uma vez, esta não é a realidade brasileira. Conforme o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2009), “os dados do Censo Escolar 2007 confirmam ainda a dificuldade de progressão nos estudos das crianças com deficiência: enquanto 70,8% cursam o Ensino Fundamental, apenas 2,5% estão no Ensino Médio” e somente 0,22% encontra-se no Ensino Superior (MANDELLI, 2009).

O extenso número de pessoas portadoras de deficiência visual, a dificuldade de inserção dos mesmos na escola e a ausência de uma tecnologia assistiva de auxílio na audiodescrição de imagens para ajuda no que diz respeito à educação, justifica a escolha deste tema. O objetivo, portanto, é a realização de um estudo e de uma proposta de *software*, o qual, uma vez desenvolvido, poderá ser utilizado por portadores de baixa visão e cegueira total – e mesmo por pessoas sem deficiência visual – de modo que possam melhorar a compreensão das imagens, propiciando um processo de inclusão educacional e social.

1.2 Objetivos

O trabalho em questão tem como objetivo geral o estudo e a proposta experimental de um *software* de edição, navegação e audiodescrição de imagens para os deficientes visuais.

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, são explicitados os seguintes objetivos específicos:

1. examinar a situação geral dos deficientes visuais no ensino médio e fundamental;
2. estudar a situação dos mesmos no ensino superior;
3. pesquisar os *software* existentes que auxiliam as pessoas portadoras de deficiências, focalizando os portadores de deficiência visual;
4. problematizar a falta de um audiodescritor de imagens, especialmente as usadas nas ciências, de um modo geral;
5. examinar a área de Engenharia de Software (ES), focalizando em especial a subárea de Engenharia de Requisitos e a integração da área de ES com a área de Interação Humano-Computador (IHC);
6. analisar e propor os requisitos necessários para a criação de edição, navegação e audiodescrição de imagens;

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é constituído por cinco capítulos. O primeiro apresenta a introdução do trabalho, incluindo a motivação, o objetivo geral e os específicos, bem com a sua estrutura. O segundo refere-se ao referencial teórico, o qual apresenta a conceituação dos principais assuntos que serão abordados, divididos em três sessões principais, as quais descrevem: a) os tipos de deficiências existentes; b) a situação das pessoas deficientes na educação, tanto no ensino básico quanto no superior; e, c) as tecnologias assistivas existentes que auxiliam as pessoas portadoras de deficiências. O terceiro, também como parte do referencial teórico, trata da área de ES que colabora para a proposta do *software*, a Engenharia de Requisitos e a integração da Interação Homem-Computador e o ES. O capítulo seguinte diz respeito à metodologia, onde é descrito o estudo dos métodos adotados para a elaboração deste trabalho e o processo utilizado para a obtenção de resultados. O quinto expõe os resultados esperados em relação à proposta de uma possível tecnologia de audiodescrição de imagens para os deficientes visuais. E, o último traz as conclusões deste, juntamente com os possíveis trabalhos futuros.

2 A SITUAÇÃO DOS PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS

Este capítulo tratará, primeiramente, da definição dos diversos tipos de deficiências existentes: física, intelectual, múltipla, auditiva e visual, a qual é foco neste trabalho; e a quantidade de pessoas deficientes no Brasil.

Na sequência é apresentada uma exposição cronológica da educação para as pessoas com deficiências, tanto no ensino básico quanto no ensino superior, a evolução deste histórico e progressão das leis existentes que protegem e beneficiam os mesmos no Brasil e no mundo, além de conceitos de acessibilidade e tecnologias assistivas sendo, posteriormente, comentados os objetos e tecnologias que auxiliam as pessoas portadoras de deficiência, enfatizando os que assessoram os deficientes visuais.

2.1 Deficiências

Segundo Gabrilli (2007, p.11):

não nascemos todos iguais e podemos observar isso ainda no berçário: algumas crianças são brancas, outras amarelas ou negras; tem bebê com olhos verdes, azuis ou de diversos castanhos; tem criança grande, pequena. Outras diferenças são extremamente marcantes, como a falta de um braço, uma perna, a impossibilidade de ver, ouvir ou andar, ou ainda a dificuldade de entender o mundo ao redor. Assim como devemos respeitar aqueles que nascem diferentes, temos de respeitar aqueles que vieram ao mundo com alguma deficiência, ou seja, com limitações permanentes ou temporárias que impossibilitam a autonomia em algumas situações da vida cotidiana.

A Organização Mundial de Saúde (1989) define deficiência como “perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica. Refere-se, assim, à biologia do ser humano”. Portanto, existem vários tipos de deficiências, as quais podem ser: física, visual, intelectual, múltipla e auditiva.

A deficiência física é definida “como uma desvantagem, resultante de um comprometimento ou de uma incapacidade, que limita ou impede o desempenho motor de determinada pessoa” (CADERNO DA TV ESCOLA, 1998). Entende-se, portanto, que os portadores de deficiência física são aqueles que possuem uma certa incapacidade motora. Existem diversos tipos de deficiência física, as quais, de acordo com o Decreto nº 3.298 de 1999, “podem apresentar-se na forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou

ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida”.

A deficiência intelectual, também conhecida como deficiência mental é, de acordo com Almeida (2007), “um termo que se usa quando uma pessoa apresenta certas limitações no seu funcionamento mental e no desempenho de tarefas como as de comunicação, cuidado pessoal e de relacionamento social. Estas limitações provocam uma maior lentidão na aprendizagem e no desenvolvimento dessas pessoas”. Compreende-se, portanto, de acordo com autor, que as pessoas portadoras desse tipo de deficiência conseguem fazer várias coisas, como uma pessoa não-deficiente, no entanto, elas demoram um maior tempo para o aprendizado e desenvolvimento destas.

O livreto, “Educação Infantil: Saberes e Práticas da Inclusão: Dificuldades Acentuadas de Aprendizagem: Deficiência Múltipla” conceitua o termo deficiência múltipla como o “conjunto de duas ou mais deficiências associadas, de ordem física, sensorial, mental, emocional ou de comportamento social” (GODÓI, 2006, p.11), ou seja, a expressão deficiência múltipla é adotada para designar pessoas que possuem mais de uma deficiência.

A deficiência auditiva, também conhecida popularmente como surdez, é caracterizada pela incapacidade parcial ou total de audição. “Numa perspectiva clínica, ser surdo significa apresentar uma deficiência auditiva resultante de lesão no aparelho auditivo que se traduz na impossibilidade de ouvir ou na dificuldade em ouvir determinados sons” (CORREIA, 2008). Existem, de acordo com o artigo *Auditory Disabilities*, quatro tipos de perda auditiva, sendo elas: leve, moderada, severa e profunda; estas perdas significam a incapacidade de ouvir sons abaixo de cerca de 30, 50, 80 e 95 decibéis, respectivamente (*WEBAIM WEB ACCESSIBILLITY IN MIND*).

A deficiência visual, segundo Nicolaiewsy & Correa (2009):

pode ser classificada em dois níveis: cegueira e visão reduzida. Em termos pedagógicos, a visão do indivíduo considerado cego não lhe permite aprender a ler e a escrever formas gráficas e, portanto, ele deve utilizar recursos didáticos táteis, como o sistema braile. Já na visão reduzida ou baixa visão, é possível aprender a ler e a escrever graficamente, embora sejam necessários recursos especiais como ampliação da letra e/ou lentes de aumento (p. 343).

Já Carvalho (1994), considera:

cego o indivíduo que apresenta acuidade visual menor que 0,1 com a melhor correção ou campo visual abaixo de 20 graus; como visão reduzida quem possui acuidade visual de 6/60 e 18/60 (escala métrica) e/ou um campo visual entre 20 e 50

graus, e sua visão não pode ser corrigida por tratamento clínico ou cirúrgico nem com óculos convencionais.

Ainda, Bruno & Mota (2001, p.33) apresenta a seguinte definição:

Baixa Visão é a alteração da capacidade funcional da visão, decorrente de inúmeros fatores isolados ou associados tais como: baixa acuidade visual significativa, redução importante do campo visual, alterações corticais e/ou de sensibilidade aos contrastes que interferem ou limitam o desempenho visual do indivíduo. A perda da função visual pode ser em nível severo, moderado ou leve, podendo ser influenciada também por fatores ambientais inadequados. Cegueira é a perda total da visão até a ausência de projeção de luz.

De acordo com as definições, deficiência visual pode ser classificada por dois pontos de vistas diferentes: pedagógico e clínico. No primeiro, que é apresentado por Nicolaiewsy & Correa (2009), a pessoa que consegue enxergar a partir de alguma tecnologia facilitadora é considerada com visão limitada, enquanto a que não consegue, é considerada cega. Já Carvalho (1994) e Bruno & Mota (2001), que possuem um ponto de vista clínico, classificam a deficiência visual, sendo ela total ou parcial, de acordo com duas escalas oftalmológicas: acuidade visual e campo visual.

Conclui-se, portanto, que existe: a) o grupo de pessoas com ausência total de resposta visual, as quais são consideradas cegas; e, b) o grupo onde as pessoas podem ter resposta visual leve, moderada ou profunda, as quais são avaliadas como com visão parcial. Em oposição a estes dois grupos existe o grupo no qual as pessoas possuem uma visão dita normal.

É importante ressaltar que, de acordo com o Censo Demográfico 2000, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existem no Brasil cerca de 60 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, das quais, aproximadamente 16,5 milhões são portadoras de deficiência visual, conforme mostra a Figura 2.1.

Analisando-se a Figura 2.1, pode-se constatar o elevado número de deficientes visuais e o porquê da necessidade de um maior investimento em tecnologias assistivas, o que facilitará o aprendizado, fortalecendo assim as iniciativas inclusivas.

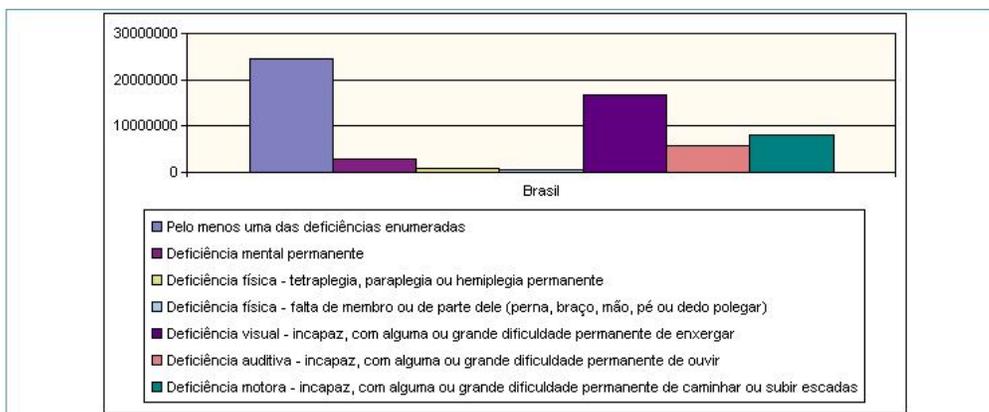


Tabela 2142 - População residente por tipo de deficiência, freqüência à creche ou escola, sexo e grupos de idade	
Variável = População residente (Pessoas)	
Freqüência à creche ou escola = Total	
Sexo = Total	
Grupos de idade = Total	
Ano = 2000	
Tipo de deficiência	
Pelo menos uma das deficiências enumeradas	Brasil 24.600.256
Deficiência mental permanente	Brasil 2.844.937
Deficiência física - tetraplegia, paraplegia ou hemiplegia permanente	Brasil 937.463
Deficiência física - falta de membro ou de parte dele (perna, braço, mão, pé ou dedo polegar)	Brasil 478.597
Deficiência visual - incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de enxergar	Brasil 16.644.842
Deficiência auditiva - incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de ouvir	Brasil 5.735.099
Deficiência motora - incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de caminhar ou subir escadas	Brasil 7.939.784

Figura 2. 1: Total de Indivíduos por Tipo de Deficiência no Brasil

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Um breve histórico sobre a inserção dos portadores de deficiência na escola e no ensino superior e as dificuldades que existiram e que ainda existem, no Brasil, relacionada a este fato, é apresentado na seção 2.2.

2.2 As Pessoas Deficientes e a Educação

De acordo com Pessanha (2009), “por força da lei, os alunos portadores de necessidades educacionais têm o direito a frequentar escolas regulares e obterem a mesma qualidade de ensino destinado aos demais alunos de sua classe”. Partindo-se desta afirmativa, a questão é: o que podemos dizer da atual situação da educação no Brasil, dos educadores, dos educandos e do governo frente a essas necessidades?

2.2.1 Histórico dos Portadores de Deficiência na Escola

A história de pessoas com deficiências tem sido contada através dos trabalhos de Miranda (2003), Machado (2005), Lima (2009), entre outros, que trazem grandes contribuições para o entendimento da inserção dessas pessoas na educação.

A maioria dos registros que, de alguma forma dedicam-se à história da educação especial, considera o século XVI como o período em que se deu início ao ensino dos portadores de deficiência, através da educação da criança surda. O frade Pedro Ponce de Leon, de acordo com Lima (2009), é reconhecido como o iniciador do ensino para surdos e criador do método oral, ao começar pela primeira vez um trabalho com 12 crianças surdas. Continuando esse histórico, Miranda (2003), faz uma breve exposição cronológica dos fatos, do século XVIII ao XX, da seguinte forma:

Nos séculos XVIII e meados do século XIX, encontra-se a fase de institucionalização, em que os indivíduos que apresentavam deficiência eram segregados e protegidos em instituições residenciais. (...) já no final do século XIX e meados do século XX pelo desenvolvimento de escolas e/ou classes especiais em escolas públicas, visando oferecer à pessoa deficiente uma educação à parte. (...) no final do século XX, por volta da década de 70, observa-se um movimento de integração social dos indivíduos que apresentavam deficiência, cujo objetivo era integrá-los em ambientes escolares, o mais próximo possível daqueles oferecidos à pessoa normal (p. 2).

Segundo Bruno & Mota (2001), foi no século XVIII, 1784, que surgiu em Paris a primeira escola para cegos, criada por Valentin Haüy, o Instituto Real dos Jovens Cegos; e, é criado, em 1825, por Louis Braille, um sistema de caracteres em relevo para escrita e leitura de cegos – o sistema braile.

No Brasil, a história da Educação Especial, de acordo com Silva (2003) e Lima (2009), é marcada pela criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos e do Instituto dos Surdo-mudos, na cidade do Rio de Janeiro.

Foi em 12 de setembro de 1854 que teve início no Brasil o atendimento escolar a pessoas com deficiência. Nessa data, o Imperador D. Pedro II fundou a primeira escola para cegos na cidade do Rio de Janeiro: O Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant (SILVA, 2003).

Voltando-se o foco histórico para os deficientes visuais, outro grande marco na educação foi, de acordo com Rezende (2005), a criação da Fundação para o Livro do Cego, em 1946, que mais tarde, passou a se chamar Fundação Dorina Nowil, cujo principal objetivo foi divulgar os livros do sistema braile. Complementando Rezende, Carmo (2005) salienta que “a educação especial no Brasil foi se ampliando lentamente e foram criados mais institutos particulares. Os serviços públicos eram prestados através das escolas regulares, que ofereciam classes especiais para o atendimento dos deficientes”.

Pode-se constatar que, de acordo com o histórico apresentado, foi criado aos poucos, o alicerce para a educação e o desenvolvimento do indivíduo deficiente visual no Brasil, o que deu início ao investimento em tecnologia e qualificação através da produção de instituições especiais. Encontra-se, nesse contexto histórico, a criação de várias leis governamentais, não só brasileiras como mundiais.

De acordo com o Artigo 23 da Declaração Universal dos Direitos da Criança, adotada em Assembléia Geral das Nações Unidas em 20 de novembro de 1989, segue-se que:

atendendo às necessidades especiais da criança deficiente, a assistência prestada, (...) será gratuita sempre que possível, levando-se em consideração a situação econômica dos pais ou das pessoas que cuidam da criança, e visará a assegurar à criança deficiente o acesso efetivo à educação, à capacitação, aos serviços de reabilitação, à preparação para o emprego e às oportunidades de lazer, de maneira que a criança atinja a mais completa integração social possível e o maior desenvolvimento cultural e espiritual.

Além das leis universais existentes, existem no Brasil, vários conjuntos de normas que visam beneficiar os portadores de deficiência, como, por exemplo, a Lei Nº 7.853, que seguindo as diretrizes das várias declarações das Nações Unidas propôs, em 24 de outubro de 1989, de acordo com o Artigo 2º, Parágrafo Único que:

os órgãos e entidades da administração direta e indireta devem dispensar tratamento prioritário e adequado, algumas medidas na área educacional como, por exemplo, a oferta, obrigatória e gratuita, da Educação Especial em estabelecimento público de ensino e o acesso de alunos portadores de deficiência aos benefícios conferidos aos demais educandos, inclusive material escolar, merenda escolar e bolsas de estudo.

Conforme os preceitos desta, os alunos com deficiência visual estão estudando na rede regular de ensino. Mas o trabalho conjunto de estudantes videntes e não videntes tem causado preocupação em alguns educadores, visto que os professores que estão recebendo estes alunos especiais não possuem nenhuma orientação pedagógica, nem suporte metodológico para desenvolver um trabalho de integração dos deficientes com os demais alunos. McGinnins & Stefanich (2007), afirmam:

se a educação deve oferecer oportunidades para que todos os estudantes consigam escolaridade suficiente possibilitando-os a fazer escolhas na vida e a tornarem-se membros produtivos da sociedade, é essencial que os professores conheçam adequadamente as adaptações a fazer de maneira que todos os alunos com necessidades especiais ou deficiência possam tornar-se um participante ativo no processo de aprendizagem (p. 287).

A Figura 2.2 apresenta um histórico, de 1854 a 2008, da Educação Especial no Brasil, segundo a Revista Nova Escola (CALLEGARI, 2009). Observa-se através desta, o início da inclusão das pessoas portadoras de deficiência nas escolas, no Brasil, datada em 1854, como citado pelos autores Silva (2003) e Lima (2009); a evolução desses dados cronológicos e a atual situação, que data o fim da segregação, o aumento de crianças matriculadas em escolas regulares e a validação da Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência.

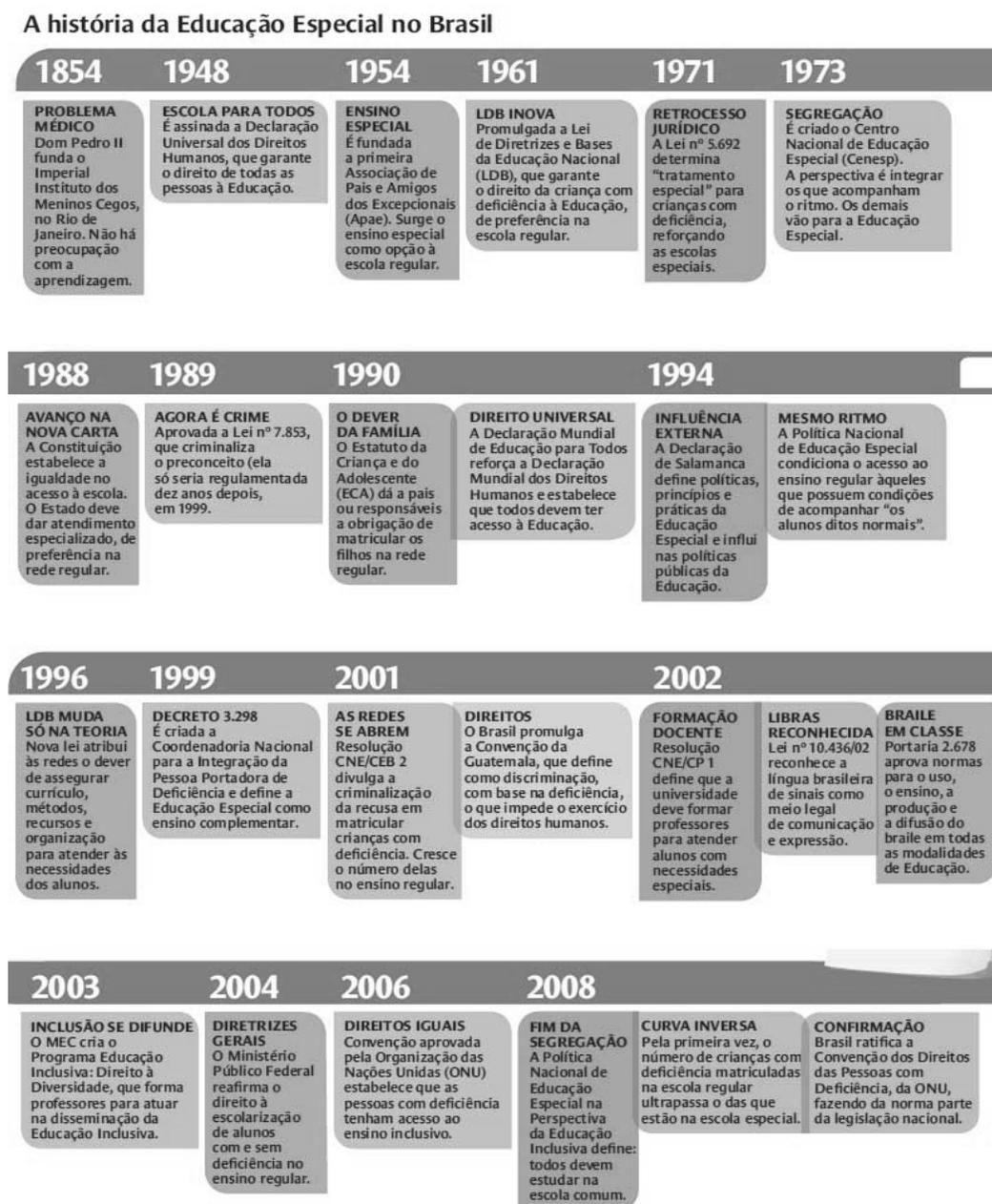


Figura 2. 2: A História da Educação Especial no Brasil

Fonte: Planeta sustentável

De acordo com a Figura 2.2, em 1948, é assinada a Declaração Universal dos Direitos Humanos, a qual garante o direito de todas as pessoas à Educação e em 1954, surge a primeira escola especial, como opção a escola regular. Entende-se que, as escolas especiais foram criadas devido à não aceitação ou dificuldade das escolas regulares em receberem alunos especiais. Para evitar a separação dos alunos deficientes em escolas especiais e regulares, é publicada, em 1961, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que garante o direito da criança com deficiência à Educação, de preferência na escola regular. No entanto, o fim da segregação ocorre apenas em 2008, quando a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva determina que todos devem estudar na escola comum.

Portanto, apesar dos avanços ocorridos durante esses anos, existem ainda, muitas barreiras a serem quebradas para a obtenção de melhorias educacionais para as pessoas portadoras de deficiência, como a melhor preparação dos professores, estruturas necessárias para a inserção dos alunos especiais na escola e a aceitação da inclusão. As Tabelas 2.1 e 2.2 contêm informações do Relatório da Situação da Infância e da Adolescência Brasileira 2003, com base nos dados do IBGE - Censo Demográfico 2000, o qual apresenta uma série de dados sobre a inserção social das crianças e adolescentes.

Nível de escolaridade das crianças por tipo de deficiência – I*					
População	Primeira Infância Não frequentam a escola			Infância (0 a 14 anos de idade)	
	0 a 6 anos	0 a 3 anos	4 a 6 anos	Não frequentam a escola	Não alfabetizados
População em Geral**	67,91%	90,57%	38,64%	5,50%	12,38%
Sem Deficiência	67,90%	90,51%	38,53%	5,06%	11,74%
Com Deficiência	64,68%	91,58%	38,72%	11,37%	22,41%
<i>Mental</i>	71,19%	89,74%	54,09%	33,55%	55,55%
<i>Visual</i>	49,21%	86,41%	31,74%	6,69%	14,40%
<i>Auditiva</i>	52,92%	85,60%	38,75%	13,10%	28,23%
<i>Locomotora</i>	84,38%	95,84%	56,31%	29,70%	44,52%
<i>Paralisia ou Falta de Algum Membro</i>	78,25%	92,89%	64,63%	38,96%	50,95%

* Fonte: Unicef – *Relatório da Situação da Infância e Adolescência Brasileira 2003* – Versão Preliminar. Dados: IBGE, Censo Demográfico 2000.

** Refere-se ao total de crianças na faixa etária mencionada.

Tabela 2. 1: Nível de Escolaridade das Crianças por Tipo de Deficiência.

Fonte: Agência de Notícias dos Direitos da Infância e Fundação Banco do Brasil.

Nível de escolaridade dos adolescentes por tipo de deficiência*			
População	Adolescência (12 a 17 anos de idade)		
	Não frequentam a escola	Não alfabetizados	Média de anos de estudo
População em Geral**	14,55%	4,24%	5,39
Sem Deficiência	14,07%	3,56%	5,45
Com Deficiência	20,98%	14,04%	4,55
<i>Mental</i>	44,27%	48,29%	2,55
<i>Visual</i>	15,87%	6,97%	5,04
<i>Auditiva</i>	22,91%	18,10%	3,98
<i>Locomotora</i>	37,21%	31,70%	3,34
<i>Paralisia ou Falta de Algum Membro</i>	44,92%	39,07%	2,94

* Fonte: Unicef – Relatório da Situação da Infância e Adolescência Brasileira 2003 – Versão Preliminar.
** Refere-se ao total de crianças na faixa etária mencionada.

Tabela 2. 2: Nível de Escolaridade dos Adolescentes por Tipo de Deficiência

Observando-se as Tabelas 2.1 e 2.2, fica evidente que da faixa etária do zero aos seis anos o número de crianças, com e sem deficiência, que não frequentam a escola é praticamente o mesmo. Mas, quanto mais avançada a idade, nota-se um crescimento da porcentagem daquelas que estão fora da escola ou não são alfabetizadas, as quais possuem algum tipo de deficiência.

Uma boa notícia é que, das pessoas que contem algum tipo de deficiência, as que possuem uma menor porcentagem de ausência escolar são as portadoras de deficiência visual. Uma observação interessante a respeito destas estatísticas é que o percentual de escolaridade de pessoas deficientes visuais é relativamente maior que o de deficientes auditivos. Talvez porque o deficiente auditivo necessita sempre de uma pessoa para traduzir para a linguagem dos sinais, enquanto o deficiente visual pode ouvir e tentar imaginar as coisas. Um bom exemplo é quando existia apenas o rádio e não a televisão; as pessoas ouviam suas novelas e notícias e podiam imaginar o que estava acontecendo, já para os surdos, o melhor entendimento só foi possível a partir das imagens.

2.2.2 Histórico dos Portadores de Deficiência no Ensino Superior

Segundo os autores Américo (2002) e Rezende (2005) um marco importante ocorrido no Brasil, na década de cinquenta, foi a aceitação do Conselho Federal de Educação (CNE) da inserção de estudantes portadores de limitação visual nas Faculdades de Filosofia,

propiciando uma oportunidade profissional em nível superior. Já existiam, na época, algumas leis que asseguram a inserção da pessoa deficiente no Ensino Superior.

A Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais, 1994, assegura a “inclusão de jovens e adultos com necessidades especiais em educação secundária e superior bem como em programa de treinamento” (SALAMANCA, 2004). No Brasil, foram criadas algumas leis que apóiam as pessoas portadoras de deficiências, como, por exemplo, a Portaria n.º 1.679, de 2 de dezembro de 1999, assinada pelo Ministro Paulo Renato de Souza, a qual dispõe de vários artigos para “assegurar aos portadores de deficiência física e sensorial condições básicas de acesso ao ensino superior, de mobilidade e de utilização de equipamentos e instalações das instituições de ensino” (SOUZA, 1999).

Considerando-se ainda a necessidade de assegurar aos portadores de deficiência visual condições básicas ao ensino superior, segundo a Portaria n.º 1.679, de 1999, o então Ministro da Educação, Paulo Renato de Souza, estabelecia que é:

compromisso formal da instituição de proporcionar ao deficiente visual, caso seja solicitada, desde o acesso até a conclusão do curso, sala de apoio contendo: máquina de datilografia braile, impressora braile acoplada a computador e sistema de síntese de voz, gravador e fotocopiadora que amplie textos; plano de aquisição gradual de acervo bibliográfico em fitas de *software* de ampliação de tela; equipamento para ampliação de textos para atendimento a aluno com visão subnormal; lupas, régua de leitura; scanner acoplado a computador; e, plano de aquisição gradual de acervo bibliográfico dos conteúdos básicos em braile.

Percebe-se que, apesar de todas as leis existentes e de acordo com a Figura 2.3, ainda há uma grande ausência de materiais facilitadores para a inclusão do não vidente às instituições de ensino superior, o que dificulta a inserção deste a elas e, posteriormente, ao mercado de trabalho.

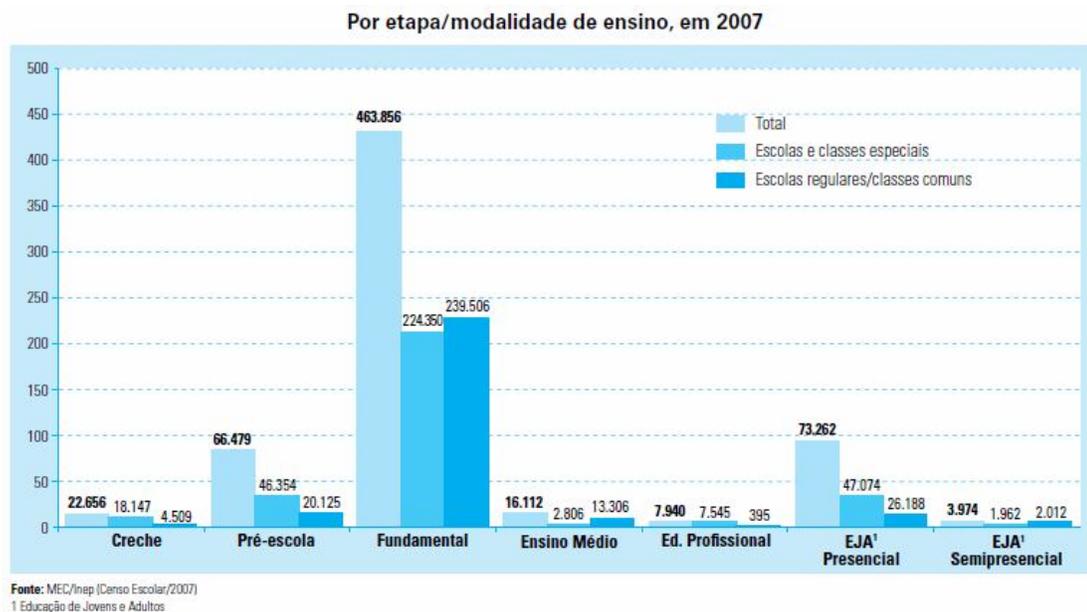


Figura 2. 3: Matrículas na Educação Especial.

Nota-se, a partir da Figura 2.3, como ainda são baixos os números de matrículas de pessoas portadoras de deficiências, principalmente no Ensino Superior. Portanto, será tratado na próxima seção os termos acessibilidade e Tecnologia Assistiva, que são os pontos chaves para a inclusão.

2.3 Tecnologias Assistivas no Auxílio aos Portadores de Deficiência Visual

De acordo com Delpizzo (2005), em se tratando da educação de pessoas cegas e com baixa visão,

a principal dificuldade é o acesso a materiais pedagógicos, científicos e à literatura impressos em braile, materiais ampliados ou digitalizados que auxiliem no processo de aquisição do conhecimento oferecido pela academia. Através da tecnologia computacional essa dificuldade pode ser superada se forem possibilitados, aos alunos cegos e com baixa visão, o uso do computador e o acesso às informações na Internet. Apesar de que alguns materiais estarem disponíveis na Internet, a forma como os *sites* se apresentam, predominantemente visuais, bem como a organização inadequada e a falta de aplicação de regras de acessibilidade a esses *sites*, dificulta o seu uso por esses alunos (p.2).

2.3.1 Acessibilidade e Tecnologia Assistiva

Segundo Torres (2002, p.83), a acessibilidade é:

um processo dinâmico, associado não só ao desenvolvimento tecnológico, mas principalmente ao desenvolvimento da sociedade. Apresenta-se em estágios distintos,

variando de uma sociedade para a outra, conforme seja a atenção dispensada à diversidade humana, por essa sociedade, à época.

A Lei nº 10.098, de 2000, Capítulo 1, Artigo 2º define acessibilidade como “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida”.

Vê-se, portanto, de acordo com Torres (2002) e a Lei nº 10.098, que o termo acessibilidade inclui tanto aspectos do espaço físico, o meio físico que nos envolve, quanto do espaço digital. Este visa transformações ambientais e de postura da sociedade, viabilizando uma possível igualdade de oportunidades para todos.

De acordo com as “Recomendações de Acessibilidade para a Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet”, desenvolvido pelo Departamento de Governo Eletrônico (E-MAG, 2005), existem quatro Áreas de Acessibilidade compreendidas na Visão do Cidadão – que é a visão das necessidades de acessibilidade com foco no cidadão e não no desenvolvedor – as quais são:

a) Área da Percepção: “trata de benefícios relacionados à apresentação do conteúdo, da informação. Ela preocupa-se com a percepção de elementos como gráficos, sons, imagens, multimídia e equivalentes” (E-MAG, 2005).

b) Área da Operação: de acordo com o Departamento de Governo Eletrônico, esta, preocupa-se em “garantir formas alternativas ao acesso às informações através de maneiras diferenciadas de navegação ou técnica similar” (E-MAG).

c) Área do Entendimento: segundo e-MAG, essa área trata de “questões relacionadas à compreensão do conteúdo publicado. Ela deve garantir que todo o conteúdo apresentado seja de fácil compreensão para qualquer tipo de usuário”.

d) Área da Compatibilidade: aborda questões relacionadas à necessidade de usarmos tecnologias compatíveis e acessíveis (E-MAG).

Nota-se que estas áreas possui foco totalmente voltado ao cidadão, preocupando-se com o que ele valoriza e percebe.

Já a Tecnologia Assistiva, também denominada tecnologia adaptativa, ajuda técnica ou auto-ajuda, é uma forma de acessibilidade. O Manual de Convivência – Pessoas com Deficiência e Mobilidade Reduzida, conceitua tecnologia assistiva como “toda a tecnologia desenvolvida ou produtos, instrumento, estratégia, serviço ou prática para garantir a integração da pessoa com deficiência na sociedade. Exemplo: o sistema braile e os *software* que fazem a leitura de tela dos computadores para deficientes visuais” (GRABRILLI, 2007, p. 55).

Definindo mais claramente o que são ‘ajudas técnicas’, pode-se dizer que referem-se ao conjunto de recursos que, de alguma maneira, contribuem para “proporcionar à pessoa com deficiência, maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado, trabalho e integração com a família, amigos e sociedade” (BERSCH & TONOLLI).

Percebe-se que tanto Grabrilli quanto Bersch & Tonolli, caracterizam a Tecnologia Adaptativa como um conjunto de produtos e serviços que visam promover autonomia e inserção social.

Existem vários tipos de acessibilidade, como: a arquitetônica, que são os componentes físicos existentes; a comunicacional, que significa a comunicação interpessoal, escrita ou virtual; a metodológica, que são os métodos de estudo e trabalho; e, instrumental, que são as ferramentas de estudo, trabalho e lazer (SASSAKI, 2009).

As barreiras arquitetônicas enfrentadas pelas pessoas com deficiências, de acordo com Massari (2004) e Lopes & Faro (2006), podem ser: a ausência do rebaixamento do meio-fio; as escadarias; a falta de corrimão nas escadas; a ausência de rampas; as ruas e calçadas estreitas; os pisos esburacados e/ou escorregadios; os desníveis nas calçadas; a vegetação em lugares inadequados; as placas e letreiros em locais inconvenientes; a falta de placas de advertência, de sinalização de pisos; a altura inadequada de telefones públicos e bebedouros; a falta de estacionamento privativo e sinalizado; a ausência de banheiros públicos e de transportes coletivos apropriados para os mesmos.

As barreiras comunicacionais podem ser, segundo Sasaki (2009), a ausência ou inadequação da comunicação interpessoal (face-a-face, língua de sinais, linguagem corporal, linguagem gestual), escrita (materiais em braile, textos com letras grandes para quem tem baixa visão) ou virtual (acessibilidade digital).

Já, conforme Martins (2009) e Fonseca (2007), as barreiras metodológicas podem ser ausência de práticas pedagógicas flexíveis que promovam o aprendizado escolar, principalmente no que refere à aquisição da escrita; grades curriculares que não permitem

muita mobilidade prática docente; exigências dos processos seletivos das universidades que determinam os conteúdos a serem trabalhados, impondo prazos que dificultam ações inovadoras.

Finalmente, de acordo com a Revista Nacional de Tecnologia Assistiva, as barreiras instrumentais podem ser utensílios de trabalho, como: ferramentas, máquinas, equipamentos, lápis, caneta, teclado de computador etc (SASSAKI, 2010).

Portanto, existem várias barreiras a serem ultrapassadas pelos portadores de deficiências, e que estes empecilhos podem ser superados com a ajuda do governo e da comunidade. Na sequência deste trabalho serão apresentados inúmeros recursos que a Acessibilidade e as Tecnologias Assistivas nos disponibilizam, voltando-se, particularmente para as que contribuem com apoio ou suporte aos deficientes visuais.

2.3.2 Tecnologias Existentes

Ao longo da história, a tecnologia vem sendo utilizada para facilitar a vida dos seres humanos. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia contribui, e muito, para a realização de ações ou tarefas e aprendizagem. Algumas tecnologias existentes que beneficiam os portadores de deficiências, dando ênfase às que favorecem os portadores de deficiência visual, foco deste trabalho, são:

a) Deficiência Auditiva

Uma das primeiras tecnologias de ensino, para os deficientes auditivos, segundo Santos (2006), iniciou-se no século XVI quando professores e mestres começaram a elaborar formas e métodos, criando-se a linguagem de sinais francesa, a qual foi aprimorada posteriormente, vindo a chamar-se sinais metódicos. A partir da adaptação dessa linguagem, foi criada no Brasil, a Linguagem Brasileira de Sinais (LIBRAS). Algumas tecnologias que auxiliam os deficientes auditivos são o Sign Talk e o SIGNSIM.

O Sign Talk, bate-papo entre surdos e ouvintes é uma ferramenta que possibilita a comunicação à distância entre surdos e ouvintes, surdos e surdos, ouvintes e ouvintes. Tal comunicação é realizada através da língua portuguesa e da escrita da LIBRAS (FIGUEIREDO, 2001), e o SIGNSIM, faz a:

tradução da Língua Portuguesa para a Língua Brasileira de Sinais - e vice-versa - objetivando, através de uma abordagem bilíngue, oferecer um ambiente para

construção de materiais baseados na escrita da Língua Brasileira de Sinais e um sistema interativo para auxílio à aprendizagem desta por ouvintes e da Língua Portuguesa para surdos (CAMPOS, 2010).

Uma reportagem recente, da Revista Época (2010), noticia sobre o primeiro jornal brasileiro da Internet para pessoas portadoras de deficiências - Telelibras. Segundo reportagem, “Um Mundo Para Todo Mundo”, o Telelibras é um programa informativo feito por e para pessoas deficientes. Possui audiodescrição e interpretação em Libras. O telejornal funciona da seguinte forma: se o telespectador apresentar dificuldades para enxergar, pode imaginar a cena ao ouvir um relato detalhado do que está acontecendo no ambiente. Se não escuta, pode assistir pela linguagem de sinais.

Existem várias outras tecnologias existentes que beneficiam as pessoas portadoras de deficiência, no entanto, será feita apenas uma breve descrição sobre algumas, em diferentes tipos de deficiências existentes. Será mencionado neste próximo tópico, as ajudas técnicas para os deficientes físicos.

b) Deficiência Física

Além dos objetos que auxiliam os deficientes físicos, como a bengala, a cadeira de rodas, as órteses e próteses existem outros tipos de tecnologias que assessoram essas pessoas.

Uma das tecnologias utilizadas pelo indivíduo com impossibilidade de movimentação dos membros superiores, segundo Hogetop & Santarosa (2002), são os apontadores ou ponteiros de cabeça (Figura 2.4), os quais podem ser acoplados à cabeça através de bandas elásticas, por exemplo, podendo afixar diversos acessórios como lápis, pincéis, canetas, ímã, etc e com estes teclar, pintar, pegar objetos, entre outras possibilidades.



Figura 2. 4: Ponteiro de Cabeça

O mouse ocular (Figura 2.5), desenvolvido no período de 1999 a 2003, é uma das tecnologias mais inovadoras para portadores de deficiências físicas, produzido no Brasil. Caetano & Costa (2006) explicam essa tecnologia da seguinte forma:

através de movimentos e piscados dos olhos os usuários do Mouse Ocular podem utilizar o computador e seus periféricos para os mais diversos fins, entre eles destacam-se: digitação e criação de textos em geral, sintetização do texto produzido voz eletrônica para auxiliar a comunicação, navegação na Internet, envio e recebimento de e-mails, utilização de programas de Bate-Papo, entre outros programas (p.12).



Figura 2. 5: Mouse Ocular

Existem várias tecnologias facilitadoras no mercado, o que falta agora é a adoção destas no ensino, para que não haja mais exclusão e aumente o número de matrículas nas escolas de ensino público.

c) Deficiência Intelectual

O primeiro documento que aborda o uso de tecnologia para a alfabetização de pessoas com deficiência mental, segundo Shimazaki (2010), é datada de 1960. Conforme a autora, o programa de instrução tecnológica ensinava, com a presença automática de um “filme tutor”, palavras para as pessoas de vários níveis de deficiência mental.

Outra tecnologia que auxilia na educação especial é o programa computacional educativo Mestre® (Figura 2.6), que foi desenvolvido no Laboratório de Aprendizagem Humana, Multimídia Interativa e Ensino Informatizado (LAHMIEI) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Esse programa é um instrumento para que os professores e demais profissionais da educação infantil e de primeiro grau e educação especial ensinem habilidades acadêmicas aos seus alunos.



Figura 2. 6: Mestre®

De acordo com o Ministério da Educação e do Desporto (1998):

embora esteja expresso em lei que os portadores de deficiência devem ter, de preferência, atendimento educacional especializado na rede regular de ensino, é sabido que o sistema educacional público não oferece tais condições a todos os indivíduos portadores de deficiência mental, não somente pela diversidade de tipos e graus de deficiência, mas também, principalmente, porque há pouca vontade política.

d) Deficiência Múltipla

Como relatado, as pessoas portadoras de deficiência múltipla são aquelas afetadas em duas ou mais áreas, caracterizando uma associação entre diferentes deficiências. Portanto, as tecnologias assistivas que auxiliam estas pessoas, são as junções de uma ou mais tecnologia existentes para cada tipo de deficiência que esta pessoa possui. Um exemplo é a Luva Alfabética (Figura 2.7), que é uma luva que possui as letras do alfabeto escrita em vários lugares dela. Esta é utilizada pela pessoa surdocega, que já sabe a localização das letras e sente onde a outra pessoa está tocando em sua mão, entendendo assim, a letra ou o número que a pessoa, que enxerga, quer passar. (SALOMÃO, 2010).

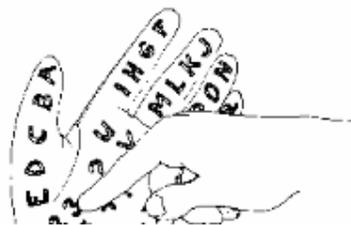


Figura 2. 7: Luva Alfabética

e) Deficiência Visual

As pessoas com deficiência visual precisam de auxílio para usufruir de alguns recursos que a sociedade oferece. Faz parte do apoio às pessoas cegas, por exemplo, o Sistema Braille para leitura e escrita; o Sorobã, para ajuda na execução de cálculos matemáticos; a bengala ou o cão-guia para sua locomoção e mobilidade. Existem também *software* específicos para que pessoas com deficiência visual tenham acesso a computadores, por exemplo. Também foram desenvolvidas várias outras tecnologias para dar autonomia aos cegos, como elevadores, telefones, relógios e outros, com comandos de voz (GABRILLI, 2007, p. 27).

O sistema braille (Figura 2.8) foi um dos primeiros sistemas de escrita e leitura desenvolvido para deficientes visuais. De acordo com os autores Oliveira (2010) e Gabrilli (2007), o braille foi desenvolvido por Louis Braille. É constituído de 6 pontos salientes, dos quais é possível fazer 63 combinações que podem representar letras simples e acentuadas, pontuações, algarismos, sinais algébricos e notas musicais.

Apesar da reconhecida importância do sistema braille para o deficiente visual, ele ainda é pouco utilizado nas escolas, em livros e materiais pedagógicos e sua inserção na sociedade brasileira ainda é restrita, percebendo-se a presença do mesmo apenas em elevadores, remédios e alguns outros produtos.

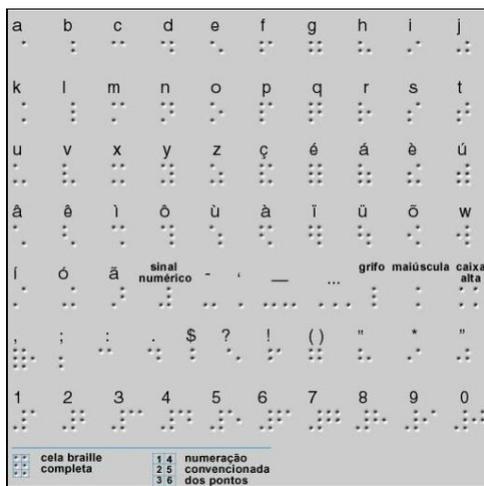


Figura 2. 8: Alfabeto Braille

Dentre os sistemas para deficientes visuais, “os mais utilizados atualmente em nosso país são LentePro e *Magic*, para aqueles que possuem baixa visão e, Dosvox, *Virtual Vision* e *Jaws*, para os sujeitos com perda total de visão” (SONZA & SANTAROSA, 2005, p.2).

a) Sistemas para pessoas que possuem baixa visão

O LentePro (Figura 2.5) é, segundo Sonza & Santarosa (2005):

um programa criado pelo Projeto Dosvox, pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE-UFRJ), que permite o uso do computador por pessoas que possuem visão subnormal. Através dele, o que aparece na tela é ampliado numa janela (como se fosse uma lupa). O índice de ampliação da imagem dessa janela pode variar de 1 a 9 vezes, permitindo assim que todos os detalhes sejam percebidos mesmo por aqueles com grau muito baixo de acuidade visual. O programa é simples de ser utilizado, ocupa pouco espaço de memória, além de permitir várias alternativas de configuração (p.2).



Figura 2. 9: Área de Trabalho Ampliada com o Uso do LentePro

Outro ampliador de tela é o *software Magic*, da empresa *Freedom Scientific*. Esse programa “além de ampliar a tela em até 16 vezes, permite escolher entre diversas configurações visuais e formas de exibição, proporcionando conforto e acessibilidade ao utilizador. Oferece, simultaneamente à ampliação, opção de leitura sonora de texto e principais itens da tela” (LARATEC, 2010).

Uma diferença existente entre o *software LentePro* e o *Magic* é que o primeiro é livre e gratuito, enquanto o outro é proprietário.

b) Sistemas para pessoas com perda total de visão

Uma tecnologia criada no Brasil, pelo Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, foi o Dosvox. O programa se comunica com o usuário através de síntese de voz e é “destinado a

auxiliar os deficientes visuais a usar o computador, executando tarefas como edição de textos (com impressão comum ou Braille) leitura/audição de textos anteriormente transcritos, utilização de ferramentas de produtividade faladas (calculadora, agenda, etc), além de diversos jogos. O sistema fala através de um sintetizador de som de baixo custo” (BORGES, 2010).

O sistema operacional DOSVOX, de acordo com os autores Oliveira (2010), Lira (2004) e Sonza (2004), é composto pelo Agenvox (agenda de compromissos), Biblivox (cadastro e consulta bibliográfica vocal), Braivox (conversor de texto para o braille), Calcuvox (calculadora vocal), Cartavox (correio eletrônico), Cartex (preparador de cartas padronizadas), Edivox (editor de textos), Midiavox (reprodutor de CD's), Planivox (planilha eletrônica), Webvox (*browser*, para acesso a Internet), etc.

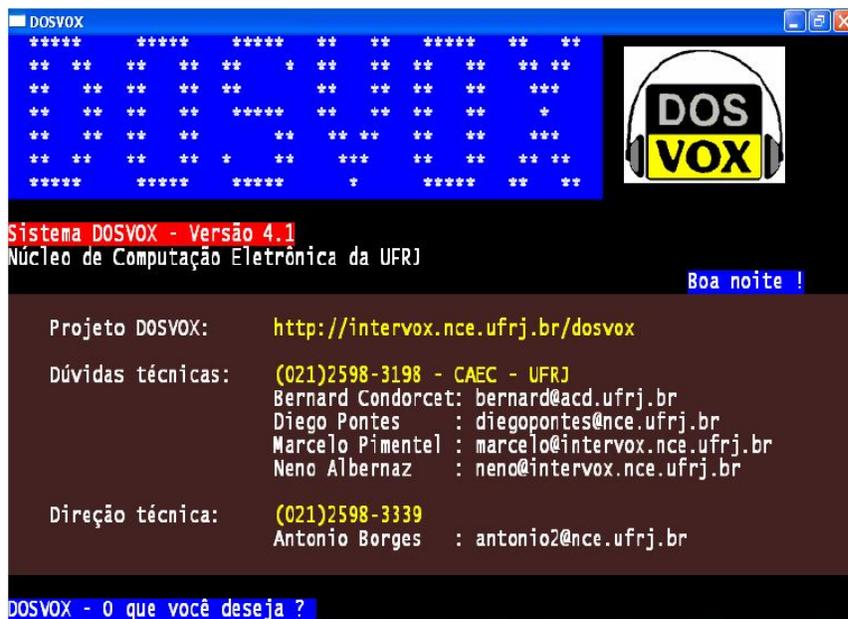


Figura 2. 10: Tela Inicial do DOSVOX

Outro sintetizador de voz é o *Virtual Vision*, o qual, além de permitir o acesso a leitura, possibilita o trabalho e utilização de todos os recursos do Windows e seus aplicativos, inclusive a Internet. O *software* lê para o deficiente visual todos os campos, menus e *links* que estão na tela do computador, através do sintetizador de voz (FIGUEIREDO, 2001).

Um outro leitor de telas é o *Jaws*, desenvolvido pela empresa norte-americana Henter-Joyce, pertencente ao grupo *Freedom Scientific*. De acordo com Rezende (2005) este *software* lê todo o conteúdo que se encontra na tela do computador, e envia em forma de áudio para o equipamento sonoro presente no computador.

Comparando-se os três *software*, o único que é gratuito é o Dosvox.

c) Novidades

Após o Decreto nº 5296/2004, Artigo 47, o qual estabelece que será “obrigatória a acessibilidade nos portais e sítios eletrônicos da administração pública na rede mundial de computadores (Internet), para o uso das pessoas portadoras de deficiência visual, garantindo-lhes o pleno acesso às informações disponíveis”, começaram a surgir alguns projetos facilitadores de leitura para os deficientes visuais, como por exemplo, o Livro Digital Acessível (LIDA) e o MECDaisy.

Uma ferramenta pra navegar em livro digitalizado, lançada em 2007, pela Fundação Dorina Nowill para Cegos, é o LIDA, a qual “permite ao leitor cego ou com baixa visão, um amplo acesso à literatura destinada ao estudo e à pesquisa. No formato CD-ROM, é dirigido a estudantes, pesquisadores e profissionais liberais. Oferece ao usuário amplas possibilidades e facilidades na exploração de textos, tanto em áudio como letras ampliadas” (LIDA).

Outro interessante *software*, semelhante ao LIDA, lançado pelo Ministério da Educação, em 2009, em parceria com o Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – NCE/UFRJ, é o MECDaisy. Esta tecnologia permite a produção de livros em formato digital acessível, possibilitando a geração de livros digitais falados e sua reprodução em áudio, gravado ou sintetizado.



Figura 2. 11: Interface de Entrada do Ambiente MECDaisy

Outro tipo de projeto interessante, de acordo com a reportagem, *Ciência para todos os Sentidos*, Silva Jr (2009), é “A Célula ao Alcance da Mão”, em exposição no Museu de Ciências Morfológicas da UFMG. Este, busca auxiliar o aprendizado de alunos com deficiência visual, e envolve uma exposição didático-científica composta por uma coleção com 64 peças em relevo. Além disso, um livro impresso de ciências, um livro em Braille e um áudio-livro compõem o material de ensino.

O uso dessas tecnologias adaptativas torna possível a realização de estudos, pesquisas e outras atividades ligadas à educação e profissionalização de pessoas portadoras de deficiência. Por isso, a inserção e utilização delas pela comunidade, é muito importante, para diminuir as desigualdades e exclusões existentes para com as pessoas deficientes. Mas, e a questão das imagens? Como os deficientes visuais podem interpretar as imagens contidas na Internet?

2.4 Ausência de Audiodescritores de Imagens

Segundo Ferreira & Dickman (2007):

A inclusão social implica mudanças no ordenamento do mundo. No espaço da escola o seu lugar tem sido garantido por lei e exige esforço e disposição para compreender ordenamentos epistêmicos nas áreas de saber já constituídas, pois no território das políticas públicas e em documentos nacionais e internacionais tem-se avançado muito em direção à inclusão. No entanto, tem-se avançado pouco em relação às discussões que envolvam o processo ensino–aprendizagem de estudantes que possuam alguma deficiência ou dificuldades de ordenamentos teóricos e práticos em relação ao saber. Este tipo de preocupação surge à medida que educadores se deparam com a ausência de métodos e alternativas para o aprendizado.

A situação do aluno portador de deficiência visual no ensino já é normalmente complicada. Ela torna-se, entretanto, ainda mais difícil quando se trata do ensino das ciências, especialmente no ensino superior, pois em todas elas são utilizados desenhos, fotos, figuras, diagramas, fluxogramas, imagens, tabelas e gráficos. E mesmo quando tais imagens são digitalizadas no computador, não existem leitores de imagem, tal qual os leitores de texto com sintetizadores de voz, que leem em voz alta para os deficientes visuais os textos do computador.

No caso do ensino de química, física ou biologia, é possível substituir as tradicionais figuras, como modelos atômicos, desenhos de células, os gráficos, tabelas, etc, por equivalentes ampliados em tinta, em alto-relevo ou por modelos tridimensionais para serem percebidos pelo tato, conforme o caso. Descrições verbais das figuras, bem detalhadas,

valendo-se do desenvolvimento da habilidade de mapeamento mental e orientação espacial sem visão, também servem de auxílio. Porém, tais descrições exigem preparação especial dos professores e do material de ensino, além do apoio constante dos colegas, ou seja, tornam o aluno deficiente altamente dependente em seus estudos.

Enfim, em aulas expositivas, seja em sala de aula, no campo ou em laboratório, das várias disciplinas de ciências, há diversos entraves para o estudo e a assimilação de fenômenos físicos, químicos, biológicos, etc, visto que normalmente as técnicas utilizadas para seu ensino são visuais. Para piorar a situação, em aulas práticas, o aluno deficiente visual fica sujeito a limitar-se às descrições orais feitas pelos professores e colegas, uma vez que as aulas experimentais, com a manipulação, por exemplo, de reagentes químicos ou de chaves elétricas, podem envolver riscos de acidentes.

Como o ensino atual de ciências utiliza recursos visuais de forma intensiva, característica esta que não irá mudar tão cedo, a solução é a criação de *software* que sejam capazes de ler as tais imagens. Essa solução é perfeitamente possível de ser realizada com as atuais técnicas e recursos computacionais. Este tipo de *software*, audiodescritor de imagem, tem todo o potencial para provocar uma revolução no ensino de ciências para alunos portadores de deficiência visual. Com um *software* audiodescritor de imagem o aluno deficiente visual poderá “navegar” nas figuras de modelos atômicos e moleculares, desenhos de células eucariontes ou do corpo humano, fotos de laboratórios de química, diagramas de experimentos biológicos, gráficos matemáticos, etc, ouvindo sua audiodescrição, por meio de textos, editados previamente, inseridos e associados adequadamente nas áreas selecionadas das imagens, e lidos através de um sintetizador de voz.

Com vistas a facilitar o processo ensino-aprendizagem de estudantes cegos ou de baixa visão, este trabalho apresenta uma proposta para este *software* audiodescritor de imagens. Neste sentido, no próximo capítulo será feita uma breve introdução sobre a área de Engenharia de Requisitos, para posteriormente se poder apresentar os requisitos necessários ao desenvolvimento de um *software* de audiodescrição de imagens.

3 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Neste capítulo serão abordados os conceitos de ES e de Requisitos, as fases da Engenharia de Requisitos, a elicitação dos requisitos e as técnicas de elicitação existentes, visando um melhor entendimento do leitor em relação à proposta dos requisitos do sistema, que será apresentado no quinto capítulo deste trabalho. Será apresentado, também, o conceito de IHC e a integração das atividades de IHC e de ES.

3.1 Engenharia de Requisitos

De acordo com Sommerville (2003, p.5), a “Engenharia de Software é uma disciplina da engenharia que se ocupa de todos os aspectos da produção de *software*, desde estágios iniciais de especificação do sistema até a manutenção desse sistema, depois que ele entrou em operação”. Completando essa definição, Falbo (2005), diz que a “Engenharia de Software trata de aspectos relacionados ao estabelecimento de processos, métodos, técnicas, ferramentas e ambientes de suporte ao desenvolvimento de *software*”.

A ES possui como uma de suas atividades a Engenharia de Requisitos, a qual, segundo Pressman (2009, p.74):

ajuda os engenheiros de *software* a compreender melhor o problema que eles vão trabalhar para resolver. Ela inclui o conjunto de tarefas que levam a um entendimento de qual será o impacto do *software* sobre o negócio, do que o cliente quer e de como os usuários finais vão interagir com o *software*.

Conforme Pressman, portanto, é a partir da Engenharia de Requisitos que serão analisadas as necessidades dos clientes, os quais, neste trabalho, são os alunos, portadores de deficiência visual, e os seus professores. Essas necessidades, que são os requisitos, correspondem às funções e restrições que um determinado sistema deve ter. De acordo com Ramos (2006, p.64), requisito é “uma especificação de uma determinada atividade-condição que o sistema deve satisfazer”.

Os requisitos podem ser classificados, de acordo com Sommerville, Maffei (2009), Bueno & Garrido (2009), entre outros autores, como funcionais e não-funcionais. Segundo os autores, os requisitos funcionais definem o que o sistema deve fornecer e, em alguns casos, o que ele não deve fazer. Enquanto os requisitos não-funcionais determinam os atributos de qualidade ou de restrições do *software*. Esses atributos podem ser tempo, desempenho, segurança, portabilidade, padrões, entre outros.

A Engenharia de Requisitos é composta por fases e na literatura existem diversas definições e explicações para as divisões destas etapas, no entanto, apesar dos nomes conferidos a essas fases e o modo como elas são delimitadas variarem, a metodologia em geral é a mesma. As fases são divididas, de acordo com a Figura 3.1, em:

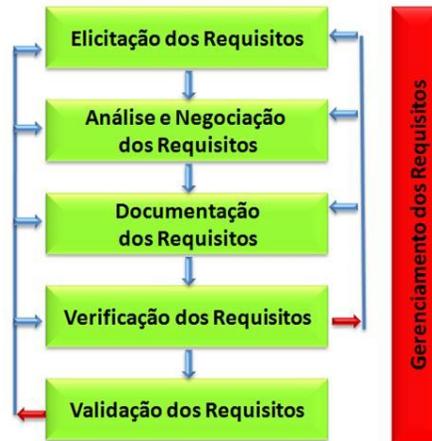


Figura 3. 1: Fases da Engenharia de Requisitos

a) Elicitação de Requisitos: “os engenheiros de requisitos trabalham junto aos clientes para descobrir as informações sobre o domínio da aplicação, que serviços o sistema deve fornecer, desempenho exigido pelo sistema, restrições de hardware, aspectos de segurança do sistema, aspectos de desempenho necessários ou desejáveis, entre outras informações relevantes à produção do *software* desejado” (MAFFEIS, 2009).

b) Análise e Negociação dos Requisitos: “distribui os requisitos em categorias, explora as relações entre eles, e classifica a importância de cada um dos requisitos de acordo com as necessidades dos *stakeholders*²” (LOPES, 2003, p.3).

c) Documentação dos Requisitos: “nesta etapa é produzida a especificação do *software*. Esta especificação pode ser um documento, um modelo gráfico, um modelo matemático formal, um conjunto de cenários de uso, um protótipo, ou uma combinação destes” (LOPES, 2003, p.3).

d) Verificação dos Requisitos: “examina a especificação do *software* de forma a assegurar que todos os requisitos foram definidos sem ambiguidades, inconsistências ou

² *Stakeholders*: todos os envolvidos no processo de desenvolvimento do software, isso inclui clientes, usuários, desenvolvedores, gerentes e analistas (BUENO & GARRIDO, 2009).

omissões, detectando e corrigindo possíveis problemas ainda durante a fase de definição dos requisitos” (COSTA & PÁDUA, 2009).

e) Validação dos Requisitos: “é a atividade que obtém a aceitação do cliente sob determinado artefato, ou seja, aprovar junto ao cliente os requisitos que foram especificados” (COSTA & PÁDUA, 2009).

Existem técnicas na elicitaco de requisitos que podem ser usadas para coletar conhecimento sobre as necessidades dos usuários, dando apoio ao processo de definio dos mesmos. Algumas dessas técnicas so:

a) Observaco: “permite ao observador um conhecimento prévio sobre o ambiente para o qual o *software* será desenvolvido, durante esse processo ocorre o registro de tudo aquilo que está sendo observado” (BROCA, 2007, p.51).

b) Entrevista: “esta técnica resume-se em ‘conversas’ realizadas com o usuário (entrevistado) para levantar os requisitos do sistema a ser desenvolvido” (ÁVILA & SPÍNOLA, 2007, p.49). De acordo com Gil (1995) e Araújo (2004), existem quatro tipos de entrevista: 1) informal, que é uma simples conversaco que objetiva a coleta de dados; 2) focalizada, a qual é mais focada em um tema específico; 3) por pautas, na qual a entrevista é realizada com base numa pauta feita pelo entrevistador; e, 4) estruturada, realizada através de perguntas que obedecem a uma ordem fixa.

c) Prototipaco: “esse método consiste na criao de uma Interface do Usuário com o sistema inicial (simplificado) a partir de um conjunto inicial de requisitos levantados. Esse prottipo funciona como uma maquete do sistema e ajudar na validao dos requisitos levantados, já que permite uma visualizao mais prxima do que será o sistema em si” (BUENO & GARRIDO, 2009, p.11). De acordo com Sommerville (2003), existem dois tipos de prototipaco: a) evolucionária, que é o desenvolvimento da implementaco inicial que será ampliada e alterada  medida que novos requisitos vo sendo descobertos; e, b) descartável, é aquele utilizado apenas para avaliao de riscos; no sendo utilizados como base para o desenvolvimento posterior do sistema.

d) Análise de documentos: “contempla a pesquisa e a coleta de informação da documentação existente, podendo envolver ou não a interação com um especialista. Ela permite que se explore todo o conhecimento escrito encontrado no domínio da aplicação. Nesta análise, incluem-se todos os formulários, relatórios, manuais de sistema, manuais de política e diretrizes, base de dados, contratos, documentos fiscais” (SILVA, 2009, p.24).

e) JAD: “agrupamento de ferramentas destinadas a apoiar o desenvolvimento de sistemas de informática nas fases de levantamento de dados, modelagem e análise. Essas fases são realizadas pelos analistas de sistemas (fornecedores) em conjunto com os usuários da aplicação (clientes)” (QUINTANS, 2009, p.26).

f) *Brainstorming*: “técnica de reunião que faz uso da dinâmica de grupo para estimular a imaginação e a geração de idéias nas pessoas” (BROCA, 2007, p.89).

g) Questionário: técnica que visa obter conhecimento através da opinião das pessoas. De acordo com Santos (2006, p.13), “o questionário é um instrumento que permite estabelecer a elicitación de requisitos, a partir do conteúdo e estrutura de informações contidas de forma escrita, por um conjunto de eventos e ações, para obter informações de um grande número de pessoas”.

O objetivo desta seção foi de explicitar as áreas de ES necessária para projetar e desenvolver um software. Algumas dessas técnicas foram utilizadas neste trabalho para auxiliar na definição dos requisitos que poderão ser utilizados no desenvolvimento de um *software* audiodescritor de imagens. Entre elas foram usadas as de entrevista, de prototipação e de *brainstorming*.

Quanto a prototipagem, essa técnica pode ser utilizada quando o software a se desenvolver é muito complexo, ou em uma aplicação totalmente nova, em que não se conhece bem as necessidades dos clientes. Assim, ela pode ser usada em ciclo de desenvolvimento incremental, em que um protótipo preliminar gera uma proposta experimental de requisitos, usada para desenvolver um protótipo mais avançado e o ciclo se repete.

3.2 Interação Humano-Computador e Engenharia de Software

“As áreas de IHC e de ES possuem diferentes perspectivas sobre o que é importante em um sistema interativo, sobre o que significa utilizá-lo e sobre como desenvolvê-lo” (BARBOSA & SILVA, 2010, p. 121); e, possuem como “objetivo comum: a criação de um sistema interativo que atenda bem as necessidades dos usuários da aplicação” (PAULA, 2007).

De acordo com Andrade (2007), o termo IHC abrange, além do projeto de interface, o relacionamento de tudo que estiver envolvido na interação entre usuários e computadores, seja aspectos físicos, psicológicos, práticas de trabalho, relações sociais, saúde etc.

Segundo Bawa (1997), a IHC engloba

como disciplina acadêmica (...) modelos de pensamento humano, tomada de decisões e resolução de problemas; processamento humano de informações; desenvolvimento do pensamento conceitual; inteligência artificial; processamento de linguagem natural; e reconhecimento de voz. Como ciência aplicada, busca levar os processos mentais humanos ao software, de maneira que seja compreensível e estimulante aos usuários.

Já a área de ES, como já apresentado no capítulo 3, preocupa-se com a produção, instalação e manutenção do *software*.

Percebe-se que, a IHC é uma área centrada no usuário, a qual possui um conjunto de ações nas quais o usuário humano interage com o computador; enquanto que a ES é centrada no sistema. Para que haja a interação usuário-sistema, de acordo com Paula (2007)

a comunicação entre os profissionais dessas áreas durante o processo de desenvolvimento é necessária para que se possa criar um entendimento compartilhado do problema e do que deve ser construído e, conseqüentemente, para que a camada de aplicação desenvolvida seja compatível com a camada de interação, mantendo-se a consistência do que será apresentado para o usuário final.

As áreas de ES e IHC possuem métodos, técnicas e processos próprios, entretanto existem algumas abordagens de integração de processos dessas áreas, que são, de acordo com Barbosa & Silva (2010, p.123):

definição de características de um processo de desenvolvimento que se preocupa com a qualidade de uso; definição de processos de IHC paralelos que devem ser incorporados aos processos propostos pela ES; e, indicação de pontos de processos propostos pela ES em que atividade e métodos de IHC podem ser inseridos.

Nota-se, a partir destas abordagens, como a área de IHC e ES podem se complementar para facilitar o desenvolvimento dos sistemas interativos; e a “necessidade de uma boa comunicação entre os especialistas das áreas durante o desenvolvimento do sistema” (SILVA, 2004).

Antes de definir os requisitos, será abordada a metodologia utilizada no trabalho, tratando-se do tipo de pesquisa a qual este se encaixa e dos procedimentos usados para o desenvolvimento do mesmo.

4 METODOLOGIA

Este capítulo visa descrever o tipo de pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento deste trabalho.

4.1 Tipos de Pesquisa

“Os Cientistas, para melhor estudar os fenômenos, procuram sempre classificá-los” (CIRIBELLI, 2003, p.53). De acordo com Pinheiro (2010), a pesquisa científica pode ser classificada quanto a sua natureza (Pesquisa Básica ou Aplicada), aos seus objetivos (Pesquisa Exploratória, Descrita ou Explicativa) e aos seus procedimentos (Pesquisa Bibliográfica, Documental, Experimental, Operacional, Participante, Expost-Facto, Pesquisa-Ação ou Estudo de Caso).

Este trabalho é classificado, quanto a sua natureza, como Pesquisa Aplicada ou Tecnológica, a qual, de acordo com Zambalde (2008, p.39), “objetiva a aplicação dos conhecimentos básicos na geração de novos produtos, processos, patentes e serviços”.

Quanto a seus objetivos é classificada como exploratória e descritiva. Exploratória, pois “possibilita ao pesquisador aumentar sua experiência em torno de determinado problema” (PINHEIRO, 2010, p.21). Segundo o autor, essa pesquisa abrange “levantamento bibliográfico; entrevista com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão”. Descritiva, porque “os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados sem que o pesquisador interfira neles” (CIRIBELLI, 2003, p.54).

E, quanto aos procedimentos, ela é: a) bibliográfica, uma vez que, segundo Rampazzo (2005), busca explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas (em livros, revistas, artigos etc.); e, b) experimental, pois, “busca a descoberta de novos materiais, métodos, técnicas, protótipos de *software*” (ZAMBALDE, 2008, p.39).

4.2 Procedimentos Metodológicos

O trabalho foi iniciado com atividades de pesquisa e levantamento bibliográfico, análise e observação, sobre os tipos de deficiências existentes, a inserção das pessoas portadoras de deficiências no meio educacional e a questão da acessibilidade e das tecnologias assistivas existentes que contribuem para uma maior independência destas pessoas. Tais atividades serviram de base para orientar os estudos e desenvolvimento desta monografia.

A partir do referencial teórico da pesquisa, obtidos através de livros, revistas, monografias, entre outros documentos, foi ampliado o conhecimento relacionado à carência de materiais auxiliares na Educação para os estudos dos deficientes visuais. A proposta do *software* foi desenvolvida mediante estudo da situação dos deficientes visuais, da área de elicitación de requisitos e com base em um protótipo (Figura 4.1), desenvolvido pelo professor José Monserrat Neto. A partir deste arquétipo foram feitas entrevistas e levantados os requisitos necessários para o *software*.



Figura 4. 1: Protótipo do software audiodescritor de imagens

Foi utilizada, primeiramente, a técnica de brainstorming, com alunos e professores da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na qual estavam reunidos: a educadora Helena Libardi, professora de física; o aluno portador de deficiência visual Felipe Fortes Braz; a aluna de matemática, Débora Rossini M. Cardoso, que possuía baixa visão; e o professor de computação, José Monserrat Neto. Depois foram aplicadas entrevistas, informal, com a professora Helena e, estruturada, com o aluno Felipe.

Após os estudos, anotações e ordenação dos dados foi desenvolvida a proposta de requisitos de um audiodescritor de imagens para o auxílio aos deficientes visuais.

5 PROPOSTA EXPERIMENTAL DE REQUISITOS DO SISTEMA

De acordo com os capítulos precedentes há a carência de um *software* que possa descrever imagens, figuras, fotos, gráficos, tabelas, etc, existentes na *web*, as quais não podem ser identificadas pelos deficientes visuais. A ausência desses descritores dificulta o ensino e aprendizagem das várias disciplinas – em particular das ciências – por essas pessoas, devido ao fato dessa área conter muitas ilustrações didáticas. Existem muitos sintetizadores de voz, que são programas utilizados para a leitura dos textos. No entanto, estes não reconhecem as imagens, o que gera uma dependência, do portador de deficiência visual, de uma pessoa que enxergue, para que esta possa ajudar a extrair as informações contidas nos desenhos. E, nem sempre essas pessoas estão disponíveis para ajudar e muitas vezes descrevem de forma sucinta, sem se preocupar se a pessoa deficiente compreendeu realmente o que a figura significa.

A partir deste estudo, pode-se perceber a necessidade de melhorar ou criar novas tecnologias de auxílio aos deficientes visuais de modo a minimizar sua dependência em relação às pessoas videntes. Pensou-se então no desenvolvimento de um *software* editor e descritor de imagens, o qual é responsável por selecionar e descrever áreas visuais das ilustrações. A descrição poderá ser feita em diversos níveis, desde uma área total da ilustração até uma área mais específica. Este *software* permitirá, portanto, que o deficiente visual percorra a imagem e ouça suas descrições em áudio.

Através dos estudos realizados e do uso de entrevistas, com a professora Helena Libardi e o aluno Felipe Forte Braz, foi efetivado o levantamento dos requisitos para o *software*, sendo eles descritos a seguir.

O sistema poderá ser *online* ou *desktop*, sendo que ambos possuem vantagens e desvantagens. As vantagens do sistema *online* encontram-se no fato de que: seu acesso é distribuído, ou seja, pode haver um compartilhamento de recursos do sistema entre diversos computadores; pode ser acessado de qualquer computador; não precisa ser instalado no computador do cliente; e, quando há atualizações, estas beneficiam a todos os usuários. No entanto, esse sistema também possui desvantagens, como: o usuário deve ter uma conexão de rede ativa e se esta for lenta, o tempo de resposta também será. O sistema *desktop* possui uma segurança mais restritiva de acesso, entretanto, o custo de implantação e manutenção são mais altos, quando da utilização do *software* em diversos computadores, sendo necessária a instalação do mesmo, diversas vezes, em diferentes máquinas. Consideramos, portanto, o

sistema via Internet, mais recomendado, pois poderá ser disponibilizado a um maior número de deficientes visuais com um menor custo.

O *software* possuirá dois tipos de usuários: o educador e o educando. O educador, neste caso, é o profissional da educação que trabalha juntamente com o deficiente visual e que tem a noção de como descrever as imagens para o mesmo, visto que o professor utiliza desses recursos para ensinar o aluno especial. O educando é o aluno, portador de deficiência visual, que terá contato com o *software* para o aprendizado através da audiodescrição. Serão tratados, adiante, quais os requisitos necessários para cada um desses clientes.

A parte de acesso ao educador será o sistema editor, no qual as imagens poderão ser selecionadas e cada uma de suas áreas poderá ser delimitada e descrita. Sendo que a inserção, seleção das áreas a serem descritas, atualização, exclusão e consulta dessas imagens e descrições deverão ser salvas em um banco de dados. A criação deste será necessária, pois facilitará o armazenamento e consulta dos dados. Na área de acesso ao educando, este poderá acessar as imagens e os textos da página editada e ouvir a audiodescrição dos mesmos.

O professor deverá descrever as imagens em vários níveis, desde um mais genérico, o qual será uma explicação geral da imagem, até um bem mais específico, o qual se aterá às minúcias de partes da mesma. Lembrando-se que a descrição deverá ser clara, simples e objetiva. Portanto, os alunos também deverão poder acessar as ilustrações em diversos níveis, assim como seriam descritas a viva voz pelo professor. Cada nível da imagem que será descrito poderá corresponder a um comando de tecla diferente para o aluno, sendo que estes comandos deverão ser apresentados em áudio para o deficiente pelo programa.

Na descrição das imagens, essas deverão ser classificadas quanto a seu tipo: fórmula, gráficos, imagem, ou outros caso seja necessário. Quando for utilizada uma fórmula, o leitor de texto não deverá parar sua leitura, para dizer que em determinado momento, encontra-se uma fórmula. A audiodescrição deverá ser contínua, sendo a fórmula descrita em continuação ao texto. Já, ao encontrar-se uma imagem, o programa sintetizador de voz, anunciará ao aluno a presença de uma imagem e este terá a opção de selecionar as partes da figura para ouvir a descrição ou, simplesmente, continuar a ouvir o texto.

A seleção das partes da imagem, pelo educador, poderá ser realizada através do mouse e sua descrição poderá ser feita por meio de texto, via teclado. A seleção poderá ser quadrática, circular, ou em outras formas, que facilitem o delineamento da mesma. Pode-se examinar a possibilidade de algoritmos de seleção automática de áreas, o que facilitará o uso do programa pelo professor. O *software* deverá ter um sintetizador de voz, para que a descrição dos textos e das ilustrações sejam transformadas em áudio. Essa modificação poderá

ser feita antes de ser salva no banco de dados, pelo professor, ou no momento em que o aluno acessar a página. Para o educando, o *site* poderá ser acessado através do mouse, do teclado ou até mesmo por toque, se for utilizada uma tecnologia *touch screen*. O programa deverá ter uma tecla de ajuda a qual deverá descrever a localização do cursor, orientando assim o usuário.

A página gerada pelo *software* poderá ser organizada de duas formas: a) textos e imagens alternados na mesma página e, b) textos em uma página com um link direcionador de imagens, em outras páginas. Na primeira opção, o *software* terá de audiodescrever o texto e quando aparecer uma imagem, ele deverá situar o aluno, onde o cursor se localiza, para que o mesmo possa ouvir as descrições das diversas partes da ilustração. Já na segunda opção, o texto deverá ser lido em áudio pelo programa e quando aparecer um *link*, para a imagem, o *software* avisará ao usuário quais as possíveis teclas de atalho para as imagens, as quais estarão em outra página. Pode-se, por exemplo, usar a tecla ENTER para direcionar para a ilustração e a tecla ESC para voltar à página de texto. Enfim, será necessário planejar uma forma adequada de navegação para o educando deficiente visual, de forma que ele tenha controle sobre o que está sendo audiodescrito para ele, tanto da página como da imagem.

O sistema deverá ter acesso por meio de um *login* e senha para o professor. Isto é importante porque apenas as pessoas cadastradas poderão inserir os textos, as imagens e suas respectivas descrições, sendo que cada educador terá acesso para modificar apenas os arquivos por ele inseridos. Uma vez que a página com sua imagens estejam prontas e salvas, o sistema deverá gerar a página, que poderá ser colocada em um servidor apropriado para poder ser acessada. Para o aluno, ao acessar o *site* gerado, não será necessário seu cadastro, sendo que todo o conteúdo estará disponível para o mesmo. Ao acessar a página, esta deverá apresentar uma mensagem de boas vindas, através de voz, como, por exemplo, dizendo que é uma página para deficientes visuais com textos e figuras descritas em áudio; e, anunciar em voz os comandos que o educando poderá utilizar para navegar pela página, figuras, ouvir os textos e as descrições das imagens.

Como, em princípio, o objetivo deste trabalho é propor a criação de uma tecnologia capaz de auxiliar a inserção dos deficientes visuais na educação, o *software* deverá ter um conteúdo educacional, voltado para o aprendizado de diversas áreas, em especial de ciências, que, como já explicado, possui várias ilustrações que contribuem para o entendimento do texto. Porém, nada impede que as imagens audiodescritas possam ter outras finalidades e outros conteúdos que não educacional.

O *software* deverá conter, também, um manual para os usuários visando a facilitar o entendimento do uso do mesmo. O manual para o educador deverá explicar: como fazer o cadastro; inserir os textos e gravuras; selecionar as áreas das imagens e fazer suas descrições; salvar todo o conteúdo no banco de dados, etc. O manual para o aluno deverá, obviamente, ser audiodescritivo, ensinando como ele poderá utilizar o *software*, quais as diferentes formas de acesso às imagens e aos textos, etc.

Na Tabela 5.1 a seguir, será apresentada uma breve descrição dos possíveis requisitos a serem utilizados no desenvolvimento do *software* de audiodescrição de imagens.

	Educador	Educando
Ação Principal	Poderá inserir, selecionar, descrever e salvar as imagens, suas áreas, e textos em um banco de dados.	Poderá acessar e ouvir os textos, as imagens e suas várias descrições.
Níveis	As imagens deverão ser descritas em vários níveis. A descrição deverá ser clara, simples e objetiva.	As imagens poderão ser acessadas em diversos níveis, assim como seriam descritas pelo professor.
Formas de Acesso	Ao acessar o <i>site</i> do sistema, terá que se autenticar para que possa inserir os textos, as imagens e suas descrições.	Ao acessar o <i>site</i> do sistema, receberá, por áudio, uma mensagem de boas vindas, e os comandos que ele poderá utilizar para acessar os textos e as imagens. Não deverá ser necessária a autenticação desses usuários.
Áreas	A seleção das partes da imagem deverá ser realizada através do mouse e sua descrição será feita por texto, via teclado. O programa utilizará um sintetizador de voz, para que a descrição possa ser feita em áudio.	As partes da imagem poderão ser acessadas através das setas do teclado, mouse ou <i>touch screen</i> .
Estrutura	Poderá ter uma página com textos e imagens alternados ou textos em uma página com link direcionando para a imagem, em outra página.	Poderá ouvir e acessar os textos e imagens na mesma página ou em páginas diferentes, dependendo de como o <i>site</i> for estruturado.

Tabela 5. 1: Requisitos para o *Software*.

Os requisitos citados foram obtidos através de estudos e entrevistas. Uma das entrevistas foi realizada com o aluno Felipe, deficiente visual, na qual foram obtidas as seguintes informações: segundo o entrevistado o programa deverá ter uma tecla de atalho para selecionar os *links* para os diferentes tipos de assuntos existentes no *site*; as imagens deveriam ser descritas de acordo com suas formas e cores; a navegação seria feita via teclado, que segundo ele “permite maior noção de espaço”; as páginas devem ser compostas por figuras e textos, sendo que o usuário deve ser avisado quando aparecer uma imagem pois, de acordo

com Felipe os *software* que ele utiliza para leitura das páginas simplesmente pulam as figuras, sem dizer que elas estão presentes na página; o *site* deve ser *online* para “uma maior facilidade de acesso”; as pequenas áreas das imagens devem ter uma tecla de atalho para “facilidade de localização”. Ainda de acordo com o entrevistado, para que ele possa saber se há imagens e o que elas representam, ele depende da ajuda de outras pessoas. Portanto, segundo ele, o *software* poderá auxiliar em seus estudos, principalmente na área de física, “descrevendo os planos inclinados, ângulos, vetores, etc”.

De forma preliminar, tais requisitos nos levam a refletir sobre as possíveis tecnologias necessárias para construir o *software* descritor de imagens. Deverá ser necessário o estudo de algumas linguagens e tecnologias, como por exemplo:

a) HTML, para entender como trabalhar com o mapeamento de imagens. Um exemplo seria a criação de uma página em HTML com uma imagem de elementos mapeados de diferentes formas (polígono, retângulo, círculo);

b) CSS, visando compreender como se aplica uma folha de estilos a um documento HTML. Podem-se realizar alguns testes para modificar a aparência da página;

c) *JavaScript*, tomando conhecimento dos fundamentos dessa linguagem e tratando os eventos do usuário no ambiente *web*. Estudo importante seria tentar fazer com que quando o mouse saísse da imagem, a audiodescrição da área desaparecesse;

d) Síntese de Fala, para conhecer mais profundamente as formas de converter texto em som. Alguns desses *software* são citados no referencial teórico;

e) Som no HTML, pesquisando as formas de tocar um som a partir de um documento HTML. Um programa para ser usado como teste seria o *XSPF Web Music Player*³;

f) Integração, visando entender como é possível usar JavaScript para tocar arquivos de som diferentes, de acordo com eventos ocorridos e acionados em HTML. Conhecimento essencial seria experimentar colocar eventos de entrar e sair de uma área para que sejam tocados diferentes sons;

g) Uma linguagem de programação para *web* e um sistema de gerenciamento de banco de dados, como por exemplo, PHP e *MySQL* pois, são *software* livre. Estudando como criar uma ferramenta para cadastrar imagens, áreas e textos e como apresentar as imagens mapeadas com o som integrado. Seria importante estudar a possibilidade de criação de banco de dados no *MySQL*, gerar tabelas e fazer consultas de teste.

³ O *XSPF Web Music Player* é um aplicativo *Open Source* em formato *flash*, que toca *playlists* e arquivos *mp3*.

Esta proposta é experimental e alguns destes estudos já foram feitos, de forma pouco aprofundada, na criação do protótipo preliminar, desenvolvido pelo professor José Monserrat. Entretanto, os estudos vão além destes citados anteriormente, visto que estes são apenas alguns exemplos, se o programa for desenvolvido para *web*. Lembrando apenas que, tais estudos estão orientados para a solução *web* devido ao fato de um sistema *online* poder ser acessível a um maior número de usuários.

6 CONCLUSÃO

Foi analisada, neste trabalho, a situação das pessoas portadoras de deficiência visual no ensino, e observou-se que o número de alunos, com deficiências, matriculados nas escolas ainda é pequeno se comparado à quantidade de alunos não deficientes. Nas universidades esse indicador é ainda menor não chegando a 0,2% da população com deficiência visual.

Também foi estudada as tecnologias assistivas existentes que auxiliam os deficientes, notando-se que apesar de existirem *software* de auxílio aos mesmos, ainda há uma carência de equipamentos que possam ser utilizados pelos alunos e, que a grande maioria dos desenvolvedores *web* não leva em conta as necessidades dos indivíduos que são deficientes visuais quando pensam em acessibilidade na Internet.

Foi problematizada a ausência de um audiodescritor de imagens, visto que este é de grande importância para os deficientes visuais, principalmente no estudo de disciplinas de ciências, devido ao fato desta área possuir inúmeras ilustrações que auxiliam e facilitam a explicação dos textos.

Através dos conhecimentos adquiridos a partir do referencial teórico, do protótipo construído pelo professor José Monserrat e das entrevistas realizadas com professores e alunos, identificou-se a necessidade de construir um *software* audiodescritor de imagens para auxiliar os estudantes e profissionais portadores de deficiência visual e seus professores e tutores, no ensino e aprendizagem de diversas matérias, tais como geografia, matemática, química, física, biologia, computação, entre outras. Foram propostos também, os requisitos e os estudos necessários para o desenvolvimento deste programa.

6.1 Trabalhos Futuros

No que tange ao estudo da situação dos deficientes, um trabalho posterior seria a comparação da inclusão das crianças e adolescentes nas escolas de acordo com o Censo 2000 e o Censo 2010, visto que a coleta dos dados de 2010 ainda não foi concluída.

O programa poderia ser construído orientado para a tecnologia *touch screen*, sendo necessário um estudo mais aprofundado desta. As imagens podem ser reconhecidas, também, através de padrões, e não por seleção do educador. Percebe-se, portanto, que há várias possibilidades de melhorias e refinamento dos requisitos propostos neste trabalho.

Com a finalidade de tornar o protótipo preliminar em um protótipo avançado e posteriormente em um produto, seria importante aprimorar a descrição dos requisitos, realizar

entrevista com outros deficientes, bem como desenvolver o *software* audiodescritor de imagens.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. S. R. O que é Deficiência Intelectual ou Atraso Cognitivo?. Instituto Inclusão Brasil, 2007. Disponível em: <<http://inclusaobrasil.blogspot.com/2007/10/o-que-deficincia-intelectual-ou-atraso.html>>. Acesso em: 31 ago. 2010.

AMÉRICO, S. M. Memória Auditiva e Desempenho em Escrita de Deficientes Visuais. Campinas – São Paulo, 2002.

ARAÚJO, I. P. S. Introdução à Auditoria Operacional. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.

ÁVILA, A. L.; SPÍNOLA, R. O. Introdução à Engenharia de Requisitos. Engenharia de Software Magazine, ano 1, 1ª Edição, p. 46-52, 2007.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. Interação Humano-Computador, Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BAWA, J. Computador e Saúde. São Paulo: Summus, 1997.

BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. Tecnologia Assistiva. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/#oq>>. Acesso em: 26/08/10.

BORGES, A. J. Dosvox - Um Novo Acesso dos Cegos à Cultura e ao Trabalho. Instituto Benjamin Constant. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=100>>. Acesso em: 6 set. 2010.

BRASIL. Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais 1994. UNESCO, 1998.

_____. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Brasília, 2004.

_____. Decreto nº 3.298, de 2 de dezembro de 2004. Brasília, 2004.

_____. Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989. Brasília, 1989.

_____. Lei nº10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, 2000.

BROCA, J. Um Processo para Apoiar a Elicitação de Requisitos Baseado em Abordagens Orientadas a Grupo. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

BRUNO, M. M. G.; MOTA, M. G. B. Programa de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental: Deficiência Visual vol. 1. _____ Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2001.

BUENO, I. C. GARRIDO, S. G. Ensino da Engenharia de Requisitos por Meio de um Ambiente Colaborativo. Monografia – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2009.

CAETANO, R.; COSTA, L. S. Mouse Ocular: Vida e Tecnologia em um Piscar de Olhos. I Fórum De Tecnologia Assistiva E Inclusão Social Da Pessoa Deficiente. IV Simpósio Paraense de Paralisia Cerebral. UEPA - Belém, p.11-22, 2006.

CAMPOS, M. B.; GIRAFFA, L. M. M.; SANTAROSA, L. M. C. SIGNSIM: Uma Ferramenta para Auxílio à Aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais.

Disponível

em:

<http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:71Ws9g5wNoIJ:lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/tx%200372912341SIGNSIM.pdf+SIGNSIM:uma+ferramenta+para+aux%C3%ADlio+%C3%A0+aprendizagem+da+l%C3%ADngua+brasileira+desinais&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEShJz7mgziOjTvrC0bJIak0X5I3wyS9kEJQEPEG3Vzcofki vfttRhTZv5_cJ5CsaiX3SKknHlcO9gL7-cnnyG-7q3rGsn3BRGtVz7jxK7i6VATE1MSE9wywDDEyjc83AeRQFIkWh&sig=AHIEtbQkmbVct4MCzDfDXSTTWVYVCv9wWw>. Acesso em: 4 de set. 2010.

CARMO, S. M. Um Breve Panorama do que já foi Feito pela Educação Especial no Brasil e no Mundo. Pedago Brasil. Disponível em:

<<http://www.pedagobrasil.com.br/educacaoespecial/umbrevepanorama.htm>> . Acesso em: 1 de set. 2010.

CARVALHO, M.L.B. - Visão subnormal: Orientações ao Professor do Ensino Regular, 1994.

CIRIBELLI, M. C. Como Elaborar uma Dissertação de Mestrado através da Pesquisa Científica. Rio de Janeiro: 7letras, 2003.

CORREIA, L.M. Inclusão e Necessidades Educativas Especiais: Um Guia para Educadores e Professores. Porto: Porto Editora, 2008.

COSTA, E. C.; PÁDUA, F. S. M. A Importância da Engenharia de Requisitos no Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação. e-F@Nzine Revista Eletrônica. Monte Alto, ano 1, n. 4, abr./jun. 2009.

Deficiência mental. Deficiência física. - Brasília : Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação a Distância, 1998. (Cadernos da TV Escola. Educação Especial. ISSN 1516-1706 ; n. 1)

DELPIZZO, G. N.; GHISI, M. A. A.; SILVA, S. C. A Tecnologia Promovendo a Inclusão de Pessoas Cegas no Ensino Superior a Distância, 2005.

E-MAG - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico. Disponível em: <<http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG>>. Acesso em: 5 dez. 2010.

FALBO, R. de A. Engenharia de Software: Notas de Aula. UFES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

FERREIRA, A. C.; DICKMAN, A. G. Ensino de Física a Estudantes Cegos na Perspectiva dos Professores. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis.

FIGUEIREDO, W. A. Criatividade na Educação de Deficientes com o uso de Hardwares e Softwares Educativos. Uberlândia: UNIT, 2001.

FONSECA, E. M. Barreiras à Inovação Educacional: As Dificuldades em Utilizar a Auto-Avaliação como Expressão de Inovação; Brasília – DF: Universidade de Brasília – Faculdade de Educação, 2007.

GABRILLI, M. Manual de Convivência - Pessoas com Deficiência e Mobilidade Reduzida. 2ª Edição, ampliada e revista, 2007.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 4ª Edição, São Paulo: Atlas, 1995.

GODÓI, A. M. Educação infantil: Saberes e Práticas da Inclusão : Dificuldades Acentuadas de Aprendizagem : Deficiência Múltipla. 4ª Edição, Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006.

GUEDES, D. M. Impacto Pessoal, Familiar e Social dos Deficientes Visuais em Consequência da Síndrome de Stevens Johnson. 2009. 118 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2009.

HOGETOP, L e SANTAROSA, L.M.C. Tecnologias Adaptiva/Assistiva Informáticas na Educação Especial: Viabilizando a Acessibilidade ao Potencial Individual. Revista de Informática na Educação: Teoria, Prática – PGIE/UFRGS. V.5 N° 2 p.103-118 nov/2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico - 2000 -Tabulação Avançada – Resultados. IBGE, 2002.

LARATEC. Ampliador de Tela – Magic; Disponível em: <<http://www.laratec.org.br/Magic.html>>. Acesso em: 10 set. 2010.

LIDA – Livro Digital Acessível. Conheça o Lida. Disponível em: <<http://www.lida.org.br/index.asp>>. Acesso em: 12 set. 2010.

LIMA, S. V. Histórico da Educação Especial. Artigonal, 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/educacao-artigos/historico-da-educacao-especial-1521439.html>>. Acesso em: 25 de ago. 2010.

LIRA, A. K.M. O Projeto Acessibilidade na UFC: Uso de Computadores na Educação de Pessoas Cegas. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Belo Horizonte, 2004.

LOPES, J. M.; FARO, A. C. M. Deficiências e Educação Inclusiva. O Mundo da Saúde. São Paulo, p. 45-51, 2006.

LOPES, L.; Majdenbaum, A.; Audy, J. L. N. Uma Proposta para Processo de Requisitos em Ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software. In: 6th WER, Piracicaba. Brasil. Proceedings... 2003.

- MAFFEIS, A. T. Um Estudo Empírico a Utilização de Técnicas de Modelagem de Requisitos para o Desenvolvimento de Aplicações Pervasivas. 7ª Amostra Acadêmica UNIMEP. 2009.
- MANDELLI, M. Cresce o nº de Matrículas de Alunos com Deficiência no Ensino Superior. O Estado de São Paulo. São Paulo, 2009.
- MARTINS, S. E. S. O.; GIROTO, C. R. M.; LEME, A. P. T. Inclusão Educacional e LIBRAS: Acolhimento ao Aluno Surdo no Ensino Regular. 2009.
- MASSARI, S. A. A Igualdade Começa pelo Acesso na Cidade. Rede SACI, 2004. Disponível em: <<http://saci.org.br/index.php?modulo=akemi¶metro=11287>>. Acesso em: 04 de set. 2010.
- MCGINNIS, J. R.; STEFANICH, G. P. Special Needs and Talents in Science Learning. In: ABELL, S. K.; LEDERMANN, N. G. Handbook of Research on Science Education. Lawrence Erlbaum. Londres, 2007.
- MÍDIA E DEFICIÊNCIA. Veet Vivarta. Brasília: Andi; Fundação Banco do Brasil, 2003.
- MIRANDA, A. A. B. História, Deficiência e Educação Especial. 2003. Reflexões desenvolvidas na tese de doutorado: A Prática Pedagógica do Professor de Alunos com Deficiência Mental, Unimep, 2003.
- NICOLAIEWSKY, C. A.; CORREA, J. Habilidades Cognitivo-linguísticas e Segmentação Lexical em Braille. Paidéia, set.dez. 2009, vol 19, nº 44, p.314-348. Rio de Janeiro, 2009.
- OLIVEIRA, H. B. L. Introdução ao Conceito de Função para Deficientes Visuais com o Auxílio do Computador. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- O MESTRE. Laboratório de Aprendizagem Humana, Multimídia Interativa e Ensino Informatizado, São Paulo. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/~lahmiei/mestre.html>>. Acesso em: 6 set. 2010.
- PAULA, M. G. ComunIHC-ES: Ferramenta de Apoio à Comunicação entre Profissionais de IHC e Engenheiros de Software. Tese (Doutorado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- PESSANHA, P. R. et al. Uma Proposta para Abordagem das Leis de Kepler em Sala de Aula de Alunos com Deficiência Visual. VII Enpec: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.
- PINHEIRO, J. M. S. Da Iniciação Científica ao TCC: Uma Abordagem Para os Cursos de Tecnologia. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2010.
- PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software, Sexta Edição, Editora McGraw-Hill, 2006.
- PROJETO MEC DAISY. Leitura de Livros Usando o Tocador MECDAisy. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/mecdaisy/leitura.htm>>. Acesso em: 12 set. 2010.

- QUINTANS, M. L. A. Um Estudo Exploratório Sobre o Conhecimento e Utilização de Técnicas de Elicitação de Requisitos em Empresas de Software. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, 2009.
- RAMOS, R. A. Treinamento Prático em UML: Desenvolva e Gerencie seus Projetos com essa Sensacional Ferramenta. São Paulo: Digerati Books, 2006.
- RAMPAZZO, L. Metodologia Científica: Para Alunos dos Cursos de Graduação e Pós-graduação. Editora Loyola, 2002.
- REZENDE, A. L. A. Do Ábaco ao Easy: Mediando Novas Formas de Aprendizado do Deficiente Visual. Dissertação (Mestrado interdisciplinar em Modelagem Computacional) – Faculdade Visconde de Cairu, Salvador – BA, 2005.
- RIBEIRO, A. Um Mundo Para Todo Mundo. Revista Época, São Paulo, 04 de jun. 2010. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI145343-15228,00.html>>. Acesso em: 13 de ago. 2010.
- SALOMÃO, S. T. Educação Inclusiva e Tecnologias Assistivas. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/silvanatsal/educacao-inclusiva-e-tecnologias-assistivas>>. Acesso em: 06 de set. 2010.
- SANTOS, D. R. Tecnologias de Informação Voltadas para Pessoas com Deficiência Visual. São José do Rio Preto – SP, 2006.
- SASSAKI, R. K. Conceitos de Acessibilidade nas Empresas Inclusivas. 2009. Disponível em: <<http://secadem.spaceblog.com.br/492872/Conceitos-de-acessibilidade/>>. Acesso em: 7 de set. 2010.
- SASSAKI, R. K. Processos de Empregabilidade de Pessoas com Deficiência. Revista Nacional de Tecnologia Assistiva, nº 1, 1ª Edição, Novembro, 2009.
- SHIMAZAKI, E. M. Educação do Deficiente Mental; Disponível em: <http://www.salesianolins.br/areaacademica/materiais/posgraduacao/Educacao_Especial_Inclusiva/Fundamentos_Psicologicos_e_Biologicos/02mar.doc>. Acesso em: 6 de set. 2010.
- SILVA, A. C. et al. Aplicabilidade de Padrões de Engenharia de Software e de IHC no Desenvolvimento de Sistemas Interativos. IV Congresso Brasileiro de Computação – CBComp 2004.
- SILVA, G. S. F. DEFICIÊNCIA: a Inclusão do Cego nas Classes Comuns. São José do Rio Preto: UNORP, 2003.
- SILVA JR, M. G. Ciência para Todos os Sentidos. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.fafich.ufmg.br/tubo/producao/agencia/universidade/ciencia-para-todos-os-sentidos/?searchterm=ciencia%20para%20todos%20os%20sentidos>>. Acesso em: 13 de ago. 2010.

SILVA, T. M. Uma Proposta de Novos Estudos para Melhoria do Processo de Elicitação de Requisitos para uma Cooperativa de Software Livre. Monografia (graduação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 1ª reimpressão. Person Education do Brasil, São Paulo, 2003.

SONZA, A. P. Acessibilidade de Deficientes Visuais aos Ambientes Digitais/Virtuais. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SONZA, A. P.; SANTAROSA, L. M. C. Em Busca de Ambientes de Aprendizagem Mediados por Computador Acessíveis a Invisuais. In: Congresso Iberoamericano de Informática Educativa Especial, 2005. Montevideu. Uruguai, 2005.

TORRES, E. F.; MAZZONI, A. A.; ALVES, J. B. M. A Acessibilidade à Informação no Espaço Digital. Ci. Inf., Brasília, v. 31, n.3, p.83-91, set./dez. 2002.

UNICEF. Declaração Universal dos Direitos da Criança, 1989.

VEROTTI, D. T.; CALLEGARI, J. A Inclusão que Ensina. Revista Nova Escola, 2009. Disponível em: < <http://revistaescola.abril.com.br/inclusao/inclusao-no-brasil/inclusao-ensina-511186.shtml>>. Acesso em: 8 de set. 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Visual Impairment and Blindness. 2009. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/print.html> >. Acesso em: 10 de set. 2010.

ANEXOS

Anexo A – Entrevista

Nome:

Idade:

Deficiência Visual:

Grau:

1 – Você possui computador?

2 – Utiliza algum software de auxílio de leitura? Qual?

3 – Você utiliza a Internet? Onde?

4 – Como você gostaria de ouvir uma audiodescrição de uma página?

5 – Como você gostaria de ouvir uma audiodescrição das figuras de uma página?

6 – Através de que você gostaria de navegar pela página e figuras (mouse, teclado, toque)?

7 – Você gostaria que a página contivesse apenas textos, com as figuras como link (em outra página) ou figuras e textos na mesma página?

8 – Você preferiria que o sistema fosse *online* (na Internet) ou *desktop* (no seu computador)? Porque?

9 – Como você acha que seria mais fácil para você identificar áreas pequenas nas imagens para audiodescrição?

10 – O que acontece, quando você está ouvindo uma página *web*, e chega em uma imagem?

11 – O que você faz para saber o que a figura está dizendo?

12 – Você acha que este software poderá auxiliá-lo nos estudos? Como? Dê exemplos.

13 – Você consegue imaginar as imagens descritas pelo protótipo?

14 – O que você achou do protótipo? Vantagens e desvantagens.