

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

MARIA ISABEL DE CASTRO SEBASTIÃO

**ACESSIBILIDADE DE TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM O DEFICIENTE VISUAL A
REALIZAR CÁLCULOS MATEMÁTICOS**

CRICIÚMA

2013

MARIA ISABEL DE CASTRO SEBASTIÃO

**ACESSIBILIDADE DE TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM O DEFICIENTE VISUAL A
REALIZAR CÁLCULOS MATEMÁTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel, no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof.^a MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa

CRICIÚMA

2013

MARIA ISABEL DE CASTRO SEBASTIÃO

ACESSIBILIDADE DE TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM O DEFICIENTE
VISUAL A REALIZAR CÁLCULOS

Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado pela Banca Examinadora para
obtenção do Grau de Bacharel, no Curso
de Ciência da Computação da
Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC, com Linha de
Pesquisa em Engenharia de Software.

Criciúma, 24 de Junho de 2013.

BANCA EXAMINADORA


Prof.ª MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa - (UNESC) - Orientadora


Prof. MSc. Gustavo Bisognin - (UNESC)


Prof. MSc. Luciano Antunes - (UNESC)

Dedico este trabalho a Deus, a minha família que desde o início me apoiaram e ajudaram a prosseguir nesta caminhada, ao meu namorado e aos meus amigos pelo apoio e consideração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que desde o início da minha caminhada esteve comigo dando-me força para prosseguir, pois ele é o meu guia.

Aos meus Pais Fernando João e Isabel Castro, minha irmã Hosana João e ao meu namorado Juary Pereira que em momentos de angustia sempre estiveram presente dando-me força, para nunca desistir apesar das barreiras encontradas nesta caminhada.

Aos meus colegas Anderson, Silvia e Vunda por estarmos junto nesta caminhada ajudando-nos no que for possível. Meu agradecimento vai também para a colega Daniela Oliveira pelo auxílio e disponibilidade muito obrigada por tudo, sem esquecer os meus amigos que mesmo distante sempre deram-me força pra seguir.

Aos professores que contribuíram para está conquista principalmente a minha orientadora Ana Claudia por me orientar e guiar no desenvolvimento desta monografia.

Á Sociedade Nacional de Petróleos de Angola (Sonangol) muito obrigado por ajudarem na minha formação.

Por ultimo agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente tornaram com que este momento fosse possível.

“Posso admitir que o deficiente seja vítima do destino! Porém não posso admitir que seja vítima da indiferença.”

John Kennedy

RESUMO

Este trabalho mostra a importância da criação de tecnologias acessíveis. De como a interação homem – computador é essencial para o uso das informações, permitindo que o usuário tenha uma boa relação com a máquina. Se a máquina for projetada com acessibilidade o usuário com deficiência visual usará ela com poucas dificuldades. Portanto este projeto objetiva em um estudo sobre os aplicativos existentes que possibilitam o deficiente visual a realizar cálculos matemáticos assim como propor proposições de um software que possibilita o deficiente visual a realizar as suas resoluções de cálculo. A pesquisa bibliográfica buscou apontar acerca de como é importante o uso das regras de acessibilidade, como as páginas para web com acessibilidade reduzem o baixo índice que o usuário encontra na interação entre homem – computador. Foi feita uma comparação entre os aplicativos existentes para fazer cálculos matemáticos, nessa comparação usaram-se os aplicativos Dosvox e o Matvox e com eles foi testado em uma pessoa que possui deficiência visual. A partir da fundamentação teórica e os testes feitos com o deficiente visual, pode-se dizer que a realidade de acessibilidade em aplicativos existentes que auxilia o deficiente visual a realizar cálculo matemático são poucos no mercado principalmente na realização de cálculos mais complexos. Por último propõem-se os requisitos para criação de um software para o deficiente visual realizar cálculo.

Palavras-chave: Acessibilidade. Tecnologia Acessível. Engenharia de Software. Interação Homem Computador.

ABSTRACT

This paper shows the importance of the accessible technologies creation. The way the human – computer interaction is essential for the use of information, allowing the user to have a good relationship with the machine. If the machine is designed with accessibility the visually impaired user will use it with little difficulty. So, this project aims a study about existing applications that enable the visually impaired user to perform math calculations as well as propose propositions of software which enable the visually impaired user to perform its resolutions calculations. The bibliographical research pointed about how important the use of accessibility rules is, such as web pages with accessibility reduce the low rate that the user finds in human – computer interaction. A comparison among the existing applications to perform math calculations was done, in this comparison, Dosvox and Matvox applications were used, and with them it was tested in a visually impaired person. From the theoretical and the tests performed with the visually impaired person, we can say this reality of accessibility in existing applications is few in the market, mainly in performing more complex calculations. Finally, we propose the requirements to create software for the visually impaired person to perform calculations.

Key words: Accessibility. Accessible Technology. Software Engineering. Human-Computer Interaction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo de desenvolvimento web.....	17
Figura 2 – Avaliador de acessibilidade.....	25
Figura 3– HERA resumo de análise automática.....	26
Figura 4 – Relacionamento de componentes.....	29
Figura 5 – Ciclo de implementação dos componentes.....	29
Figura 6– Impressora braille.....	32
Figura 7 –Terminal braille.....	32
Figura 8 – Página web do banco Bradesco.....	39
Figura 9 – BrasilMedia.....	40
Figura 10– Club-k.....	41
Figura 11– Google plus.....	42
Figura 12– Dosvox.....	44
Figura 13– Matvox.....	46
Figura 14– Matvox.....	47
Figura 15– Exercícios matemáticos.....	49
Figura 16– Tela do editor de texto.....	50
Figura 17– Diagrama de caso de uso.....	51
Figura 18– Editor de texto.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATAG	Authoring Tool Accessibility Guidelines
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	HyperText Markup Language
IE9	Internet Explorer 9
IHC	Interface Homem Computador
NCE-UFRJ	Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
NVDA	Nonvisual Desktop Access
PDF	Portable Document Format
SAPI	Microsoft Speech API
UAAG	User Agent Accessibility Guidelines
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
WAI	Web Accessibility Initiative
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines
WUI	Web User Interface
W3C	World Wide Web Consortium
XHTML	Extensible HyperText Markup

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 INTERFACE HOMEM COMPUTADOR.....	16
2.1 CONCEITO E AVALIAÇÃO DA INTERFACE HOMEM COMPUTADOR.....	16
3 ACESSIBILIDADE CONCEITO E CARACTERÍSTICA.....	19
3.1 A IMPORTÂNCIA DA ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS.....	19
3.2 LEVANTAMENTO DOS SOFTWARES EXISTENTES COM ACESSIBILIDADE.....	20
3.3 PESQUISA E AVALIAÇÃO DAS FERRAMENTAS PARA CRIAÇÃO DE UMA PÁGINA PARA WEB, COM ACESSIBILIDADE PARA OS DEFICIENTES VISUAIS..	24
3.4 W3C.....	27
3.4.1 OBJETIVO DA W3C.....	28
3.4.2 OS PADRÕES DA W3C PARA CRIAÇÃO DE PÁGINAS PARA WEB ACESSÍVEIS.....	28
3.4.3 A DIFERENÇA ENTRE SITES DESENVOLVIDOS NOS PADRÕES DA W3C E OS QUE NÃO SEGUEM AS REGRAS.....	30
3.5 HARDWARE COM ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS.....	31
4 TRABALHOS CORRELATOS.....	33
4.1 AMBIENTES VIRTUAIS ACESSÍVEIS SOB A PERSPECTIVA DE USUÁRIOS COM LIMITAÇÃO VISUAL.....	33
4.2 AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE WEB: UM ESTUDO DE CASO EM SÍTIOS DO GOVERNO.....	34
4.3 ESTUDO E PROPOSTA EXPERIMENTAL DE UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA DE AUDIODESCRIÇÃO DE IMAGENS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL.....	34
4.4 PROJETO INFOACESSO – INFORMÁTICA PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL.....	35
4.5 A DEFICIÊNCIA VISUAL E A PROTEÇÃO À ACESSIBILIDADE DE INFORMAÇÃO NO ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO.....	36

5 TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM O DEFICIENTE VISUAL A REALIZAR	
CÁLCULOS MATEMÁTICOS.....	38
5.1 METODOLOGIA.....	37
5.1.1 Diferença entre páginas para web sem acessibilidade e com	
acessibilidade.....	42
5.1.2 Pesquisa dos softwares com acessibilidade para o deficiente visual realizar	
cálculo.....	43
5.1.2.1 Dosvox na área de cálculo.....	44
5.1.2.2 Instalação e funcionamento do Matvox.....	45
5.1.3 Descrição da elaboração da pesquisa e teste dos softwares.....	48
5.1.4 Proposta do método de resolução de cálculo.....	48
5.2 RESULTADOS OBTIDOS.....	53
6 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE A - ARTIGO.....	62

1 INTRODUÇÃO

A sociedade está desenvolvendo uma variedade de informações tecnológicas, buscando diversas formas de comunicar-se, com o intuito de transmitir as informações de uma forma mais acessível aos usuários.

Neste desenvolvimento ainda encontram-se, muitos critérios a serem analisados em relação ao desenvolvimento de páginas para web criadas com acessibilidade. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) informam que no Brasil entre 16,6 milhões da população possuem algum grau de deficiência visual, e quase 150 mil possuem perda total da visão (IBGE, 2005). Com esta estatística pode-se notar que o índice de pessoas portadoras de deficiência visual é muito alto.

As tecnologias muitas das vezes deixam de fora as pessoas portadoras de deficiência, porque ainda existem diversas páginas para web desenvolvidas sem acessibilidade, deixando um número de usuários sem acesso a algumas informações que as páginas para web possuem. Portanto se as páginas para web forem criadas sem restrições para que todo usuário possa ter acesso à mesma, irá facilitar na interação com o usuário e a máquina.

A W3C que alcança as suas missões dirigindo vários conjuntos, sob um processo eficaz para desenvolver regras de qualidade com a colaboração dos membros, desenvolveu regras para criação de páginas para web acessível e grandes empresas uniram-se para que estas regras fossem criadas (W3C, 2005).

Para além das páginas da web criadas sem acessibilidade outro grande problema que os portadores de deficiência visual enfrentam, são os aplicativos que existem para a realização de cálculos matemáticos. No levantamento desses aplicativos ou softwares, podemos constatar que existem poucos no mercado e os existentes são designados como calculadoras.

Portanto este trabalho procura demonstrar a importância da criação de tecnologias acessíveis como os softwares que auxiliam os deficientes visuais a interpretar cálculos, as interfaces, os hardwares e as páginas para web desenvolvida para que os usuários com deficiência visual possam utilizar a internet com poucas restrições, evitando a exclusão social.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é de realizar um estudo de acessibilidade das tecnologias que auxiliam o deficiente visual a interpretar cálculos matemáticos.

1.2 OBEJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa consistem em:

- a) avaliar a diferença entre um site desenvolvido nos padrões com acessibilidade e os sites que não seguem esses mesmos padrões;
- b) apresentar as ferramentas para criação de uma página para web, com acessibilidade para os deficientes visuais;
- c) realizar o estudo da acessibilidade em tecnologia da informação e recursos computacionais para o auxílio de pessoa com deficiência visual;
- d) realizar um levantamento dos softwares existentes com acessibilidade para o deficiente visual interpretar cálculos;
- e) elaborar requisitos para criação de um software com acessibilidade que auxilie o deficiente visual e o professor a interpretar cálculos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A acessibilidade que é um assunto bastante discutido em projetos para melhorar a inserção de pessoas com algum tipo de deficiência. Para chegar a um consenso, muitas organizações estão sendo criadas para a elaboração de leis e padrões para o melhoramento da acessibilidade nas tecnologias, para que o deficiente visual não encontre dificuldade em usar os recursos da mesma.

De acordo com W3C (2012) o artigo de diretrizes para construção de conteúdo acessível, atualmente há vários documentos internacionais que propõem regras de acessibilidade para web com propósito de orientar desenvolvedores de ferramenta de criação, de avaliação e desenvolvedores de conteúdo.

Neste contexto o W3C criou diretrizes específicas para diferentes grupos que são:

- a) Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG);

- b) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG);
- c) User Agent Accessibility Guidelines (UAAG).

Essas diretrizes são importantes para a construção de páginas para web acessíveis assim como as interfaces quando forem bem projetadas torna a página mais intuitiva.

Interface Homem Computador (IHC) é um canal de comunicação onde os usuários interagem com as máquinas, dispositivos ou outra ferramenta complexa (DEVMEDIA, 2012).

A interface faz parte do sistema computacional e determina como as pessoas operam e controlam o sistema. Quando a interface é bem projetada, ela é compreensível, agradável e controlável. O projeto de interface resulta de uma análise mais detalhada da mesma, essa análise pode ocorrer por meio da especificação de requisitos, módulo de qualidades e perfil dos usuários.

Portanto muitos dos deficientes visuais começam as suas graduações nos cursos onde os cálculos são usados com muita frequência, e logo no primeiro ano estão sujeitos a desistirem por não possuírem um bom aplicativo que os auxilie nas aulas de cálculos, e isso os leva a escolherem cursos em áreas onde o material é mais baseado em aulas teóricas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa é composta por seis capítulos, o capítulo 1 está constituído pela introdução do trabalho proposto assim como os objetivo geral e o específico que têm a função de informar qual a ideia do trabalho e os pontos que foram abordados nele.

O capítulo 2 foi abordado de como a interação homem computador é importante na criação de páginas para web com acessibilidade, ajudando o usuário a interagir com o computador de forma acessível.

No capítulo 3 conceituou-se as características de páginas para web desenvolvidas com acessibilidade, quais as ferramentas usadas porque que elas são importantes para criação de páginas para web acessíveis, os softwares e hardware existentes que possibilitam o deficiente visual a interagir com a máquina, as ferramentas que possibilitam o desenvolvedor a testar se o seu site é acessível ou não. Também foi abordado neste capítulo, o papel importante que a W3C vem

tendo na criação de normas para páginas para web acessíveis, nele foi citado quais os padrões da W3C para criação de páginas para web com acessibilidade, focou-se nas diferenças que existem em sites desenvolvidos com os padrões da W3C e os sites que não são desenvolvidos com esses padrões, apontando quais os benefícios que o desenvolvedor tem quando segue as regras de acessibilidade.

O capítulo 4 foi conceituado os trabalhos existentes que abordam acerca da acessibilidade para pessoas com deficiência visual.

O trabalho proposto foi descrito no capítulo 5 nesta etapa foi feito levantamento de páginas e verificadas se as páginas para web possuem acessibilidade ou não. Também foi feito o levantamento de aplicativos que ajudam o deficiente visual a realizar cálculo matemático, os aplicativos encontrados foram o Dosvox, Matvox e o Soroban e com eles testou-se em um portador de deficiência visual.

Por último tem-se o capítulo 6 onde foi elaborado a conclusão do projeto e sugestões de trabalhos futuros.

2 INTERFACE HOMEM COMPUTADOR

De acordo com Rocha e Baranauskas (2007) quando surgiu à interface ela era compreendida como hardware e software com o qual o usuário e a máquina pudessem comunicar-se.

Os softwares são utilizados por diversos tipos de usuários, que vai de crianças, jovens e adultos com experiências diferentes em cada área, para chegar ao resultado que cada um pretende (DAMINELLI, 2012).

2.1 CONCEITO E AVALIAÇÃO DA INTERFACE HOMEM COMPUTADOR

Projetar um software pra que ele seja intuitivo e não complexo, é uma tarefa muito difícil, principalmente quando for usado para inclusão de pessoas com algum tipo de deficiência. Quando programar a interface nos software, os desenvolvedores devem saber das necessidades de cada usuário, utilizar o máximo possível os padrões existentes para que a interface seja acessível para todo o usuário (DAMINELLI, 2012).

A avaliação de interfaces é uma fase essencial no desenvolvimento dos softwares e particularmente no processo de design de interfaces, por isso as fases de avaliação é tratada por diferentes autores para o sistema ser desenvolvido no modelo certo (CYBIS; PIMENTA, 2001).

As fases da avaliação nas interfaces podem ser vista como o principal ponto método de design de software, e os seus criadores têm que ter preocupação em manter o design inteirado acerca de como as fases de desenvolvimento está a ser realizadas (HARTSON, 1993 apud CYBIS, PIMENTA, 2001).

A implantação de avaliação nas interfaces são consideradas essenciais para delimitar o tipo da avaliação e o escopo como: objetivo, métodos, critérios, técnicas, participantes e as ferramentas que fazem parte na avaliação (LEITE, 1999 apud CYBIS, PIMENTA, 2001, p1).

De acordo com Souza (2010) o estilo de interface Web User Interface (WUI) usa os *hiperlinks* e apresenta uma boa visualização, o formato dos *hiperlinks* das navegações, aplicações em um WUI mostram as páginas da web em aplicações hierárquicas uma por vez na mesma janela da interface gráfica.

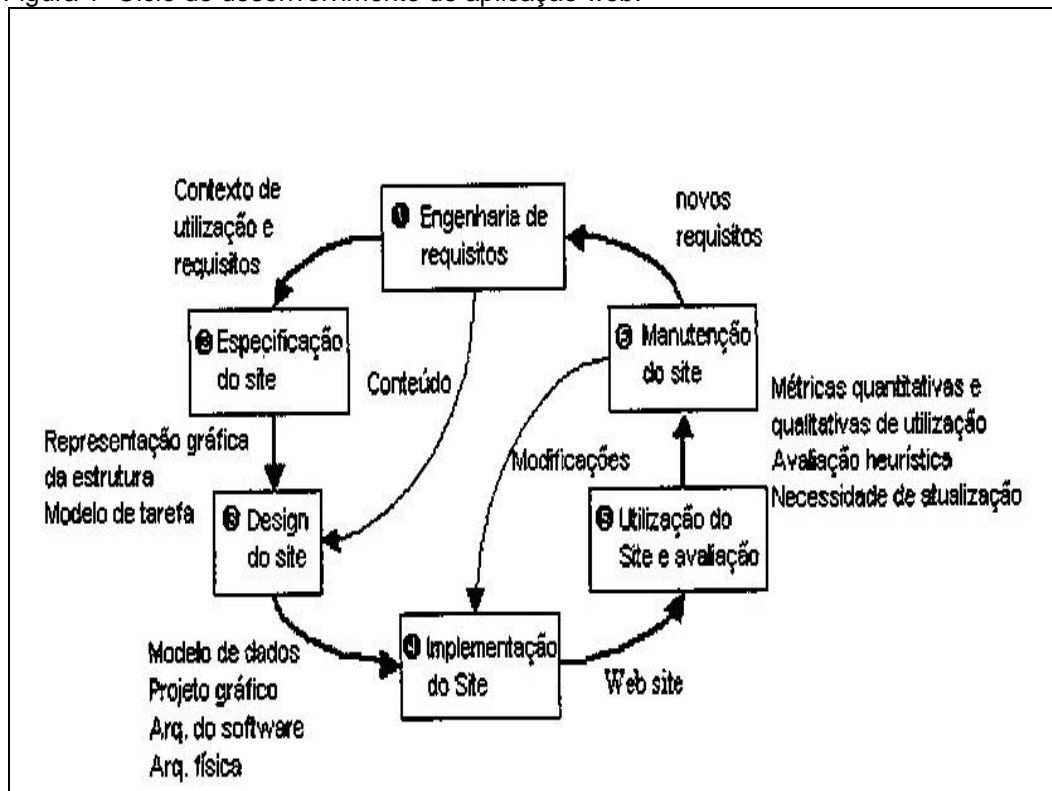
Winckler et al (2001) o desenvolvimento de interfaces web é um ciclo espiral marcado por várias modificações e essas modificações são mais frequentes

nas aplicações de web.

Winckler et al (2001) na figura 1 mostra várias etapas de um ciclo espiral para implementação de uma interface web, essas interfaces abrangem as seguintes etapas:

- a) análise de requisitos: são identificados o que constitui no texto e a estrutura da web;
- b) especificação: a representação da interface é organizada conforme a análise dos requisitos obtidos;
- c) projeto: a web é implementada conforme o seu conteúdo é os modelos são aprimorados;
- d) utilização e avaliação: são avaliadas a qualidade da interface é a usabilidade;
- e) manutenção: é o ciclo de duração envolvendo a coleta de requisitos novos e o planejamento das modificações do projeto.

Figura 1- Ciclo de desenvolvimento de aplicação web.



Fonte: Winckler et al (2001).

Os modelos de interface mesmo sendo considerados como complexos para maioria dos projetos, o seu retorno e suporte devem recompensar a sua

modelagem, pois a complexidade dos modelos pode ser mínima tendo em conta com os métodos eficaz de visualização e utilização fácil (WINCKLER et al, 2001).

Pode-se dizer que se uma página para web, a sua interface for bem projetada o usuário não se depararia com dificuldade em manejar á pagina, porque ela foi desenvolvida com acessibilidade ou de forma que o usuário não tenha muita dificuldade a utiliza - lá.

3 ACESSIBILIDADE CONCEITO E CARACTERÍSTICA

Segundo Godinho (2010) acessibilidade no domínio das tecnologias é percebida como a facilidade de acesso e interação em qualquer lugar e com equipamentos diferentes sem restrições de pessoas com deficiência.

Segundo Godinho (2010) a acessibilidade envolve três valores, que são:

- a) utilizador: significa que todo o indivíduo com capacidades sensoriais e funcionais, deve fazer o uso dos recursos sem obstáculos e restrições de pessoas;
- b) situação significa que os programas usados devem ser acessíveis, sem restrições nos software, equipamentos de hardware e comunicações;
- c) ambiente significa que não existem barreiras ao acessar os ambientes exterior ou interior.

Quando as tecnologias ou ferramentas web são criadas sem acessibilidade elas criam barreiras nos usuários com deficiência física ou mental, tornando-os fora das novas tecnologias.

3.1 A IMPORTÂNCIA DA ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS

De acordo com Ignácio e Carvalho (2008) a acessibilidade para os deficientes visuais é de grande importância porque permite inúmeros benefícios para os mesmos, assim como sociabilidade e usabilidade, tornando o usuário sem nenhuma limitação aos ambientes de internet.

O acesso dos deficientes visuais nas páginas para web infelizmente não depende só de um bom funcionamento do protótipo, porém dependem também de como são desenvolvidas as páginas na internet (RODRIGUES; SOUZA FILHO; BORGES, 2001).

É importante criar tecnologias com acessibilidade, para que todo o usuário possa ter acesso à mesma sem restrições, que se possam acessar os programas e sistemas sem encontrar nenhum problema, principalmente para pessoas com algum tipo de deficiência, que neste caso vai ser abordado sobre o portador de deficiência visual.

Para os ambientes digitais se tornarem acessível devem-se levar em conta muitos critérios como os softwares e hardware usados, que devem ser acessíveis. Nos hardware, temos os monitores, teclados etc. Nos software encontram-se os leitores de tela que no subtema 3.3 o assunto será abordado de forma mais ampla.

3.2 LEVANTAMENTO DOS SOFTWARES EXISTENTES COM ACESSIBILIDADE

Antes de começar a abordar acerca dos softwares existentes para pessoas com deficiência visual será feita uma breve definição do que é deficiência visual.

Uma pessoa é considerada deficiente visual, se possui alguma perda de visão, essa perda de visão está dividida em dois grupos que são a perda parcial (visão subnormal) e a perda total (cegueira).

Segundo Kyrilos (2005) uma pessoa é considerada cega quando existe a perda total da visão até o nível da falta de percepção e projeção da luz, e é considerada perda parcial toda pessoa que tem baixa visão da capacidade de percepção e projeção de luz.

Atualmente existem diversos softwares que auxiliam o deficiente visual no uso das tecnologias, um deles são os softwares leitores de tela, que são os softwares que auxiliam o usuário a ter contato com a máquina através do meio sonoro, ou seja, o programa lê para o usuário a informação que está na tela.

Segundo Henning (2009) leitores de tela com síntese de voz foram desenvolvidos para pessoas com deficiência visual, permitindo a navegação na internet e possibilitando o processamento de textos, o uso de planilhas e sistemas que opera pelo teclado que desobriga o uso do mouse.

Dentre os softwares de leitores de tela destacam-se: Dosvox, Virtual Vision, Nonvisual Desktop Acess (NVDA), Jaws.

Segundo o Dosvox (2012) ele é um software livre, desenvolvido pelo núcleo de pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), usado em microcomputadores, ele encontra-se agora na versão 4.4.

O Dosvox é usado no sistema operacional Windows, o usuário utiliza para comunicar-se em síntese de voz, possibilitando os deficientes visuais a utilizar os computadores e adquirirem a independência nos seus estudos (DOSVOX, 2012).

Sintetizadores de voz profissionais como o *sapi3*, *sapi4* e *sapi5* (*Microsoft Speech API*) pode ser acoplado no Dosvox, para que a qualidade de voz de textos se torna fácil de entender e eventualmente ele pode sintetizar textos de outros idiomas.

Virtual Vision é um software que foi desenvolvido por pesquisa da *MicroPower* em 1997, ele é um software leitor de tela e atualmente está na versão 7, que foi lançado em outubro de 2011 (VIRTUAL VISION, 2011). O Virtual Vision busca informações nos programas que o usuário estiver a acessar, e lê para o usuário viabilizando a navegação pelos menus, textos e telas.

O Virtual Vision funciona no sistema operacional Windows e aceita o Excel, Word, Internet Explorer, Office entre outros aplicativos por meio de leituras de tela e leituras de menus através do sintetizador de voz (VIRTUAL VISION, 2011).

A navegação da Virtual Vision é feita pelo teclado normal, o som é emitido pela placa de som existente na máquina. Não existe adaptação especial para que um programa funcione isso torna indispensável o uso do teclado em Braille e o sintetizador.

Segundo Virtual Vision (2011) nos mostra as características que se encontram no software Virtual Vision elas são as seguintes:

- a) suporta o Windows de 64 bits, o Windows Live Messenger;
- b) tem a opção para fazer a seleção do dispositivo de saída do áudio;
- c) módulo novo de navegação do Adobe Reader;
- d) uma opção nova de filtro nas listas de *links* (lista apenas os *links* que têm texto);
- e) *no acess 2010* tem a adaptação da leitura de tabelas, para falar em que coluna esta, sempre que muda-se de coluna.
- f) tem a opção para o usuário escolher uma única voz (tonalidade e velocidade) no texto;
- g) possui teclas de atalho que permite a mudança do modo de navegação do Internet Explorer, comandos novos (*ctrl1* e *ctrl2*) que copia e marca bloco de texto do Internet Explorer se a navegação for em modo texto.
- h) avisa quando no excel a célula selecionada existe alguma formatação condicionada;

- i) o *buffer* de leitura do histórico do MSN aumentou e emite o som quando o usuário estiver com a janela do MSN ligada, e avisa que a outra pessoa está escrevendo uma mensagem;
- j) quando acionado o comando *ctrl + win + b* nos notebooks, informa se o notebook está carregando ou (conectado na energia);
- k) tem o comando de liberação da digitalização que exigem usar o teclado virtual para campos de texto de páginas para web (*num + pressione 2x*);
- l) foi incluída a leitura do sinal de parágrafo, que são utilizadas em assuntos ligados a leis.

O JAWS foi desenvolvido em Florida, Estados Unidos da América pelo grupo da *Freedom Scientific*, ele foi criado para ser usado no sistema operacional Windows, podendo também ser usado no Internet Explorer mesmo este não sendo o seu navegador padrão. Com a placa de som do computador e o sintetizador de voz, a informação da tela é lida, e também fornece ao usuário o uso do teclado Braille aceitando uma diversidade de aplicações nos pacote e trabalhos, com o JAWS pode-se ler documentos em PDF, criar documentos no pacote Office, navegar na internet, entre outros (FREEDOW SCIENTIFIC, 2011, tradução nossa).

Segundo o Freedom Scientific (2011, tradução nossa) o JAWS agora se encontra na versão 13 para Windows, nesta nova versão foi incluído o OCR conveniente.

OCR conveniente é o recurso que realiza reconhecimento ótico de caracteres no texto, que é mostrado como imagem, deixando os deficientes visuais ler itens que não tinham acesso (FREEDOM SCIENTIFIC, 2011).

O JAWS 13 com a inclusão do OCR conveniente pode-se ler e interagir com as telas que incluem um arquivo em PDF, como a tela de configuração de aplicativo e o menu de seleções em um DVD. JAWS insere resultados *viewer*, que é uma nova interface HTML (FREEDOW SCIENTIFIC, 2011, tradução nossa).

A nova interface deixa a navegação e as teclas de navegação mais rápidas e troca para outras janelas os resultados da pesquisa sem perder nada que foi pesquisado. O *insert + v keystroke* é o comando que agora abre as novas configurações rápidas (FREEDOM SCIENTIFIC, 2011).

Nonvisual Desktop Access (NVDA) é um software que foi fundado pelos Australianos Michael Curran e Teh Jamie em 2006, foi desenvolvido para trabalhar

no sistema operacional Windows, é um software livre e de código aberto (NVDA, 2012, tradução nossa).

O NVDA está agora com uma nova versão que é a 2.012,2 ela possui um recurso de criação portátil e um instalador embutido, as suas atualizações são automáticas, e de fácil gerenciamento (NVDA, 2012).

Segundo NVDA (2012) informa os seus principais destaques são:

- a) suporte para aplicativos populares, incluindo navegadores, clientes de e-mail e programas de chat na internet;
- b) construídos em sintetizadores de voz suportando mais de 43 idiomas;
- c) reportagem de formatação textual como nome da fonte e tamanho, estilo e erros de ortografia;
- d) anúncio automático de texto sob a indicação do mouse e audível opcional da posição do mouse;
- e) suporte para muitas telas Braille;
- f) capacidade de executar inteiramente a partir de um *stick usb* ou outra mídia portátil sem a necessidade de instalação;
- g) traduzido em muitas línguas;
- h) suporte para os modelos sistemas operacionais Windows, incluindo 32 e 64 bits;
- i) capacidade de rodar em Windows e outras telas seguras;
- j) suporte para interfaces comuns de acessibilidade, tais como Microsoft *active*;
- k) suporte para Windows *prompt* de comando e aplicativos de console.

Segundo Orca (2012) o orca é um software livre de tela programável e de código aberto, desenvolvido para trabalhar no sistema operacional Linux, o leitor de tela do Orca roda no sistema GNU/Linux com a interface gráfica Gnone.

A Orca usa várias combinações da fala, Braille e ampliação e ajuda no acesso dos kits de ferramentas que sustentam o AT- SPI e as aplicações, o Orca para o ubuntu e *opensolaris* já vem com uma instalação automática (GNOME 2012).

3.3 PESQUISA E AVALIAÇÃO DAS FERRAMENTAS PARA CRIAÇÃO DE PÁGINA PARA WEB, COM ACESSIBILIDADE PARA OS DEFICIENTES VISUAIS

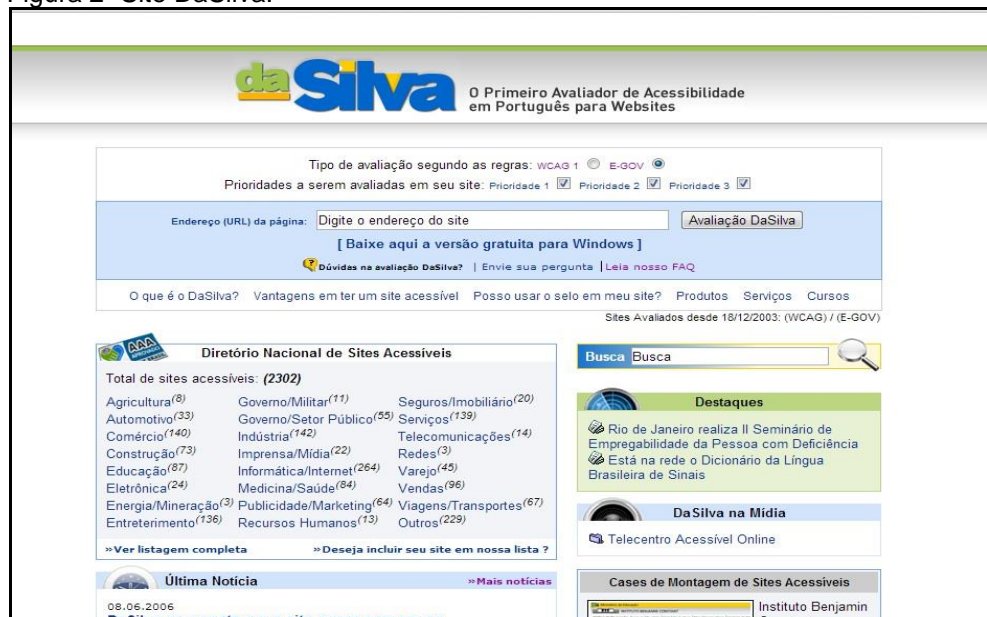
Segundo a W3C (2012, tradução nossa) as páginas para web é concebida para trabalhar com todos os usuários, independentemente do equipamento eletrônico utilizado, idiomas, culturas, lugar ou condição mental e física.

As páginas para web quando cumprem com estes objetivos, torna o usuário com deficiência visual e não só, acessar elas com acessibilidade. Assim o impacto do usuário com deficiência é completamente mudado nas páginas para web, porque ela remove os obstáculos de interação e comunicação (W3C, 2012, tradução nossa).

DaSilva (figura 2) é um software avaliador que detecta e faz uma análise do conteúdo no código HTML, verificando se esta dentro dos conjuntos das regras de acessibilidade do *E-GOV* e *WCAG*. DaSilva é uma ferramenta utilizada para webmasters e web-designers e todos os desenvolvedores que querem tornar as suas páginas para web acessíveis (DASILVA, 2006).

O software DaSilva foi desenvolvido pela acessibilidade Brasil criada em 2002, ela é uma associação sem fins lucrativos, e tem como objetivo comum apoiar ações e projetos que priorizam a inclusão econômica e social de pessoas com deficiência. Ele é um software desenvolvido com os padrões internacionais da W3C/WAI, e analisa o nível de acessibilidade dos sites da internet, analisando todos os problemas que um site possui para poder ser corrigido e se tornar acessível (DASILVA, 2006).

Figura 2- Site DaSilva.



Fonte: DaSilva (2006).

O site tem um software que analisa e concede a recomendações para criação de páginas com acessibilidade na web, destinadas aos desenvolvedores de sites, para que as páginas para web sejam feitas com acessibilidade e que os usuários tenham um acesso fácil independente da ferramenta utilizada.

Outra ferramenta que auxilia os desenvolvedores a criarem sites acessíveis é o HERA. Ele é uma ferramenta desenvolvida pelo Carlor Benavídez, de código aberto, que tem a funcionalidade de rever a acessibilidade dos conteúdos para web, ele é uma ferramenta para revisão manual da acessibilidade (SIDAR, 2005).

A nova versão do HERA oferece a revisão automática facilitando o trabalho do revisor, indicando os pontos que falta, os acessíveis, os que não devem ser aplicados na página e os pontos que devem ser analisados manualmente (SIDAR, 2005).

O HERA também realiza uma análise automática preliminar na página e informa os erros detectado, os pontos que têm que ser verificados e também da instruções de como fazer o controlo na visão gráfica e na visão do código HTML, com os ícones e as cores diferenciadoras. Os pontos são revistos manualmente para confirmar se a página é acessível.

Figura 3 – HERA resumo da análise automática.



Fonte: HERA (2005).

Segundo W3C (2006, tradução nossa) as ferramentas para avaliar páginas para web acessíveis são os programas de software e a internet que ajudam a definir se um site realiza todas as normas de acessibilidade. Essas ferramentas de avaliação são as seguintes:

- a) a *checker* na versão 0.8.6: é a ferramenta que verifica a página HTML, segundo as diretrizes de acessibilidade para afirmar que o conteúdo pode ser acessado por todos os usuários;
- b) *a-prompt* na versão 1.06: tem como função avaliar a acessibilidade e a ferramenta de reparo, nas páginas HTML E XHTML;
- c) *acc* na versão 1.0: é um avaliador de acessibilidade e um desenvolvimento de extensão para o Firefox ele tem a capacidade de fazer a avaliação e relatar critérios de acessibilidade;
- d) *accessColor* versão 1.0: é a ferramenta on-line que faz a análise no css externa e interna da página web que testa o contraste do brilho e da cor entre as cores do fundo e o texto;
- e) verificação de acessibilidade na versão 1.0: avalia a página contra o subconjunto das diretrizes WAI, com as páginas no formato CSS, HTML, XHTML;
- f) *accRepair* na versão DS2 2005/8.x: ele faz a verificação e correção dos padrões e política da acessibilidade;
- g) *accVenty* na versão DS2 2005/8.x: ele implementa a verificação e informa os erros;

- h) aDesiger na versão 1.10: é um simulador que tem como função ajudar os designers da web garantir que as páginas são acessíveis e utilizáveis nos usuários com deficiência visual;
- i) *art simulator* na versão 1.1: tem como função simular um site de forma diferente para ajudar os desenvolvedores medir a facilidade que os deficientes terão ao usar o site;
- j) com guia na versão 1.5: A sua barra de ferramentas é um *add-on* para Firefox e é usada para divulgar cabeçalhos de id tabela de dados complexos *mark-up* que é essencial para os usuários de leitor de tela;
- k) *drempelvrj.nl* barra de ferramentas na versão 1.0: ela é uma ferramenta muito útil, que é usada para verificar a acessibilidade de site, nos formatos de CSS, HTML,XHTML;
- l) *presas-a* tela do Firefox *reader emulator* na versão 0.9.3: ela forma uma representação da página web representada por texto, conforme a página seria lida por um leitor de tela;
- m) *Illinois* acessível web *publishing* wizard na versão 2.1: ele fornece simples meio de criação acessível e compatível como os padrões da web, nas versões do Microsoft Office as que são mais utilizadas por todos os usuários;
- n) levante online: é usado em acessibilidade e usabilidade para solucionar os testes de idioma, está no formato HTML e é usado nos sistemas operacionais como o Windows, MacOs, Linux, Solaris, BSD, Unix;
- o) inspetor de acessibilidade à na versão 5.1: ele determina se as pessoas com deficiência visual e os idosos podem acessar o site com facilidade.

3.4 W3C

World Wide Web Consortium (W3C) foi fundada em 1994 pelo Tim Berners-Lee, o W3C é uma comunidade internacional de organizações e trabalham juntos para o desenvolvimento *web standards* (W3C, 2012, tradução nossa).

3.4.1 Objetivo da W3C

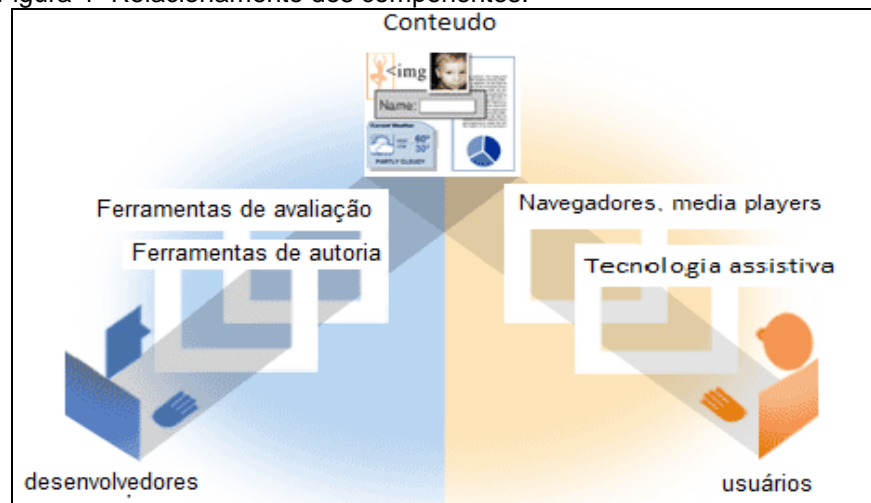
O objetivo da W3C é tornar a comunicação e a oportunidade de compartilhar conhecimentos disponíveis para todas as pessoas com algum tipo de deficiência, independentemente do software, infraestrutura de rede, cultura, idioma nativo, localização geográfica ou capacidades físicas e mentais.

3.4.2 Os padrões da W3C para criação de páginas para web acessíveis

Segundo a W3C (2005, tradução nossa) para que se possa construir web acessível para pessoas com deficiência visual é necessário que diversos e diferentes componentes de desenvolvimento web e interação funcionem em conjunto. Estes componentes são:

- a) conteúdo: são as informações de um aplicativo ou página da web, contendo informações como sons, textos, imagens, códigos etc;
- b) navegadores: como o media players entre outros agentes;
- c) tecnologia assistiva: como os teclados alternativos, leitores de tela, software de digitalização;
- d) usuários: experiências e estratégias adaptáveis usando a web;
- e) desenvolvedores: autores, designers, programadores e desenvolvedores com deficiência e usuários que contribuem no conteúdo;
- f) ferramenta de autoria: software que desenvolve sites;
- g) ferramenta de avaliação de acessibilidade web: ferramenta de avaliação, validadores HTML, CSS, validadores, etc.

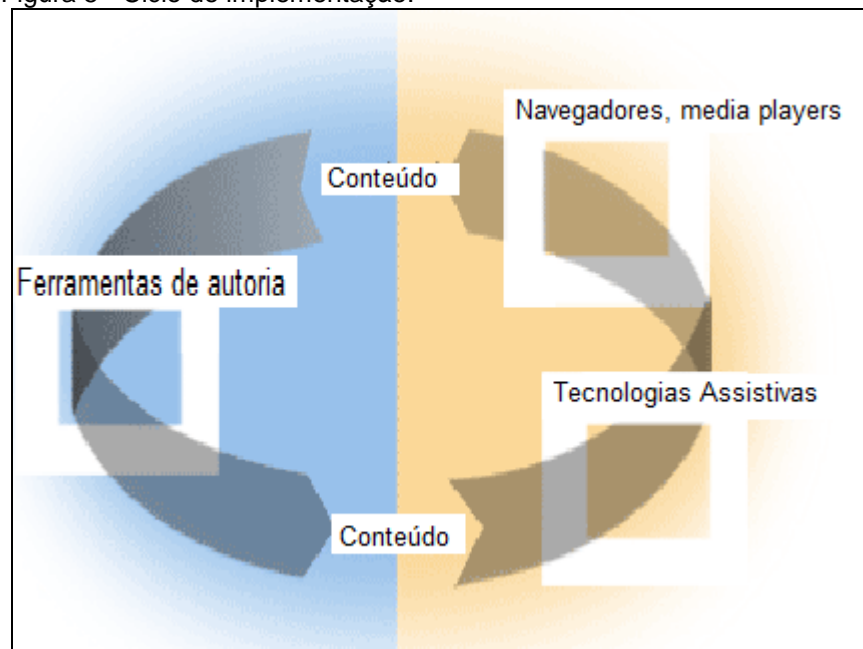
Figura 4- Relacionamento dos componentes.



Fonte: W3C (2005).

Na figura 4 pode-se ver os componentes de acessibilidade que são usados na implementação para construções de páginas web acessíveis. Se for implementado a regra de acessibilidade em um dos componentes, será mais fácil implementar em outros componentes.

Figura 5 - Ciclo de implementação.



Fonte: W3C (2005).

A figura 5 mostra como os componentes são implementados, pode-se ver que eles estão em volta de um ciclo, se um dos componentes for implementado com acessibilidade, ira facilitar o desenvolvedor a usar acessibilidade em todos os outros componentes.

3.4.3 A diferença entre sites desenvolvidos nos padrões da w3c e os que não seguem as regras.

Segundo o W3C (2010, tradução nossa) é necessário incluir a acessibilidade nas pessoas com deficiência, portanto a W3C criou as normas para que um site seja acessível, e denominou como estratégias adaptativas e tecnologia de apoio como o papel de normas da acessibilidade. Com a criação de sites acessíveis torna o site com mais adesão, devido o número de usuários que vão acessar as informações e serviços, a página web será adaptada a várias conexões, o site estará nos padrões de criação de web com acessibilidade estabelecida pela lei federal de acessibilidade.

No W3C os sites são desenvolvidos com os padrões de acessibilidade, que são sites onde todos os tipos de usuários podem ter acesso, porque são sites acessíveis que seguem os padrões como: Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG), User Agent Accessibility Guidelines (UAAG).

- a) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG): é destinada para conteúdo das páginas web, e é utilizada por desenvolvedores de páginas web;
- b) Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG): é destinada para conteúdo de páginas para web, para desenvolvedores que querem trabalhar com ferramentas que possuem acessibilidade é indicado trabalhar com o ATAG, e é utilizada por desenvolvedores de páginas web;
- c) User Agente Accessibility Guidelines (UAAG): é destinada para desenvolvedores de web browser e mídia players, incluindo também alguns aspectos das tecnologias assistivas.

As páginas para web que são desenvolvidas sem os padrões da W3C ou desenvolvidos sem padrões de acessibilidade são páginas web onde encontram-se diversos tipos de restrições, que não atendem as necessidades de todos os usuários. Segundo Acessibilidade legal (2008) os sites desenvolvidos sem acessibilidade os usuários encontram diversas dificuldades ao acessar os conteúdos como:

- a) nas suas imagens não se faz presente os textos alternativos;

- b) as suas imagens são complexas, como por exemplo, imagem ou gráfico importantes que não possuem descrição adequada;
- c) os vídeos que não possuem descrição sonora ou textual;
- d) as tabelas não têm sentido quando elas são lidas de modo linearizado ou célula por célula;
- e) os frames não têm a alternativa noframe ou não têm nomes significativos;
- f) os formulários não podem ser navegados em sequência lógica;
- g) os documentos são formatados sem os padrões da web e dificultam a interpretação dos leitores de tela.

3.5 HARDWARE COM ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS

Nos hardware com acessibilidade encontra-se a impressora Braille, Braille lite, lupa eletrônica manual ou lupa eletrônica para TV, os teclados alternativos, Braille falado, terminal Braille (linha Braille), teclados em Braille.

Impressora Braille: foi desenvolvida para que as pessoas com deficiência visual possam imprimir os seus textos ou informações. Ela imprime as informações no papel utilizando a grafia Braille, ajudando os deficientes visuais a ter contato com as informações em escrita. No mercado existem vários tipos de impressora uma delas é a impressora Braille interpontos que tem uma velocidade de 150 caracteres por segundo e 44 caracteres por linha, a sua impressão pode ser feita em ambos os lados (BENGALA BRANCA, 2011).

Figura 6 - Impressora Braille.



Fonte: Bengala Branca (2011).

Lupa eletrônica manual ou lupa eletrônica para TV: é um aparelho que amplia a imagem no monitor, ajudando o deficiente com baixa visão a ler as informações que estão na tela (TERRA ELETRONICA, 2011).

Braille falado: é um sistema portátil com sete teclas o seu peso 450 gramas, contendo um sintetizador de voz e são utilizados para editar textos que serão impressos no sistema Braille, para receber ou transferir arquivos, ele também possui uma calculadora, agenda e cronômetro (SAPO, 2012).

Terminal Braille: é um equipamento eletrônico que possui um terminal, este terminal junta-se ao teclado do computador e codifica as linhas da tela, representando as informações em Braille para que o deficiente visual possam ler.

Figura 7- Terminal Braille.



Fonte: Lupa Digital (2012).

Portanto para criação de uma página web deve-se levar em conta vários fatores antes de começar a construí-la, esses fatores se forem bem estruturados levarão o usuário a ter contato com a tecnologia sem restrições de acesso, um desses fatores é a construção de páginas acessíveis que possibilita todo tipo de pessoa ter acesso à mesma muitos obstáculos.

4 TRABALHOS CORRELATOS

A área de acessibilidade para os portadores com deficiência visual é uma área onde os softwares para interpretar cálculos matemáticos são poucos no mercado. A tendência é de diminuir, tendo em conta que o número de desenvolvedores com iniciativas de criação de softwares, hardware e páginas para web acessíveis vai aumentando, assim como os usuários com deficiência visual estão cada vez mais usando a Internet. Neste caso este trabalho aborda sobre a deficiência visual no que concernem as dificuldades que o portador de deficiência tem em usar as páginas para web, os softwares com funções de realização de cálculo e os hardwares.

Foi feito um levantamento de trabalhos correlatos que abordam acerca da acessibilidade para pessoas com deficiência visual. Pois, vários deles retratam especificamente acerca da deficiência visual, fala-se geralmente das tecnologias criadas sem acessibilidade e com acessibilidade.

4.1 AMBIENTES VIRTUAIS ACESSÍVEIS SOB A PERSPECTIVA DE USUÁRIOS COM LIMITAÇÃO VISUAL

Esta monografia de pós-graduação foi desenvolvida pela Andréa Poletto Sonza, no ano de 2008, foi apresentado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Nesta pesquisa foi abordada acerca da acessibilidade a ambientes virtuais para usuários com limitação visual. No trabalho a autora utilizou um estudo de multicasos neste estudo foram eleitos três ambientes virtuais acessíveis e foi testado por pessoas com deficiência visual.

Ao final da tese a autora constatou que as interfaces das páginas que possuem o selo de acessibilidade não garantem que ela é totalmente acessível. Pois o validador automático e os deficientes visuais apontaram diversos pontos sem acessibilidade (SONZA, 2008).

4.2 AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE WEB: UM ESTUDO DE CASO EM SÍTIOS DO GOVERNO

Esse trabalho foi desenvolvido por Jones Sousa Junior e o William Almeida no ano de 2009, sendo apresentada na Universidade de Brasília – UnB no curso de Ciência da Computação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a situação de sítios do governo Brasileiro para o cidadão com deficiência visual.

Os autores no final do trabalho concluíram que para a maioria dos casos existe uma informação inversa, da percepção de acessibilidade nos usuários com deficiência visual e nos quantitativos de violação coletada nas ferramentas automatizada. Com a presença dessa relação foi comprovado que as barreiras de acessibilidade têm um impacto muito grande na interação das pessoas com os conteúdos da web (SOUSA JUNIOR; ALMEIDA, 2009).

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

Essa monografia foi desenvolvida por Amanda Freitas no ano de 2010, na Universidade Federal de Lavras no curso de Ciência da Computação. O trabalho tem como objetivo geral o estudo e a proposta experimental de um software de edição, audiodescrição de imagens e navegação para usuários com deficiência visual.

Para a elaboração dos objetivos geral do trabalho a autora analisou os seguintes objetivos específicos:

- a) examinar a situação geral dos deficientes visuais no ensino médio e fundamental;
- b) estudar a situação dos mesmos no ensino superior;
- c) pesquisar os softwares existentes que auxiliam as pessoas portadoras de deficiência, focalizando os portadores de deficiência visual;
- d) problematizar a falta de um audiodescritor de imagens, especialmente as usadas nas ciências, de um modo geral;

- e) 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;
- f) analisar e propor os requisitos necessários para a criação de edição, navegação e áudio descrição de imagens.

No final da monografia a autora pode constatar que ainda existe um número muito baixo de deficientes frequentando o ensino comparando com os alunos que não possuem deficiência, nas universidades chega a ser bem menos não passando de 0,2% das pessoas com deficiência visual. Também constatou que ainda existe uma carência de equipamentos e que muitos desenvolvedores de web ainda criam as suas páginas sem acessibilidade por último à autora vê a necessidade de ser construído um software audiodescritor de imagens para o auxílio do aprendizado nas matérias como matemática, física, química entre outras (FREITAS, 2010).

4.4 PROJETO INFOACESSO – INFORMÁTICA PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL

O referido artigo foi elaborado pelos autores Cristina Santos, Cristiane Ellwanger, Vanessa stangherlin e Yuri Kilian em 2012.

Este artigo nos informa as ações desenvolvidas no projeto InfoAcesso que vislumbra a formação de pessoas com deficiência visual para ter acesso as tecnologias como uma atividade muito importante para o seu desenvolvimento.

No final do artigo os autores constataram que o projeto InfoAcesso não se focaliza somente na utilização da tecnologia como auxílio à comunicação, porém também tem focado em manipulação da informação e na reestruturação, fornecendo as pessoas a oportunidade de aprender novas coisas, e isso faz com que o aprendizado seja significativo não só para os deficientes visuais como também para os membros da equipe (SANTOS. M et al, 2012).

4.5 A DEFICIÊNCIA VISUAL E A PROTEÇÃO À ACESSIBILIDADE DE INFORMAÇÃO NO ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO

Este artigo foi elaborado pela Jaqueline de Moraes da Silva em 2011. Tem como objetivo analisar se nas referências jurídicas brasileiras existe legislação que garante acessibilidade para os deficientes visuais.

O artigo nos informa a estatística de pessoas com algum tipo de deficiência. Na deficiência visual a estatística mostra-nos que 159.824 pessoas possuem perda total da visão e 2.398.472 possuem perda parcial da visão.

No final a autora relata que na constituição brasileira a acessibilidade nas dimensões sociais e solidárias do direito de propriedade são cumpridas, e isso não acontece com o direito de autor, pois nos artigos da constituição federal não existe previsão expressa. Assim compreende-se que prevalece, a legislação individualista do direito do autor e isso faz com que se representa um atraso comparando com a evolução de outros direitos (SILVA, 2011).

5 TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM O DEFICIENTE VISUAL A REALIZAR CÁLCULOS MATEMÁTICOS

O presente capítulo é apresentado à metodologia do projeto assim como os conceitos abordados na fundamentação teórica.

Para que a fundamentação teórica fosse desenvolvida, baseou-se em diversos fatores de acessibilidade tanto em páginas para web desenvolvidas com acessibilidade como os softwares existentes para realizar cálculos matemáticos. Com esse levantamento foram feitos diferentes capítulos informando a importância da interação homem computador, a criação das páginas para web acessíveis e softwares para cálculo.

O objetivo do trabalho proposto foi de mostrar as páginas para web com acessibilidade e sem acessibilidade, os aplicativos existentes que auxiliam o deficiente visual a realizar cálculo matemático, focando em resultados obtidos acerca dos testes feitos com pessoa que possui deficiência visual assim como indicando formas que o deficiente visual pode ter aula ou prova em disciplinas que o material baseia-se em cálculos matemáticos, também foi elaborado requisito para o desenvolvimento de um software para resolução de cálculo.

Sendo assim esta pesquisa tem como finalidade informar os aplicativos existentes que auxiliam o deficiente visual a realizar cálculo, e sugeriu uma forma que possibilite que as suas aulas de cálculos sejam acessíveis.

5.1 METODOLOGIA

Tendo em conta em áreas de pesquisa do curso de ciência da computação pode-se dizer que este trabalho de pesquisa esta dentro da área de Engenharia de software.

Como os softwares existentes com acessibilidade nos tempos de hoje, onde a globalização envolve todos os tipos de pessoas é muito importante, existem organizações que debatem acerca da acessibilidade para pessoas com deficiência visual, assim cada ano que passa os desenvolvedores estão se aplicando mais em criações de tecnologias acessíveis (W3C, 2012, tradução nossa).

Nesta pesquisa durante o desenvolvimento foi elaborado as seguintes etapas metodológicas: levantamento bibliográfico, diferença entre páginas para web,

aplicativos que possibilitam o deficiente a realizar cálculo, realização de teste com pessoa que possui deficiência visual, elaboração de requisitos para desenvolvimento de um software para cálculo.

Primeiramente foi abordado acerca das páginas para web acessíveis, depois vem os aplicativos para cálculos seguindo então com os requisitos propostos.

5.1.1 Diferença entre páginas para web sem acessibilidade e com acessibilidade

Neste tema foi realizado comparações entre as diferenças existentes entre páginas para web desenvolvida com acessibilidade e páginas para web desenvolvidas sem acessibilidade.

De acordo com a W3C (2008, tradução nossa) para que uma página web desenvolvida com acessibilidade, seja acessada de forma que o usuário tenha uma interação com a página, deve-se existir as seguintes bases:

- a) perceptível: a interface e a informação têm que estar apresentadas de forma mais ampla;
- b) operável: a interface deve ser bem projetada de forma que o usuário consiga executar todas as interações;
- c) compreensível: a comunicação entre o usuário e a interface deve ser bem explícita para que não haja incompreensão quando o usuário acessar as informações;
- d) robusto: as informações devem se manter acessíveis, quando houver alguma evolução na interface.

Normalmente uma página desenvolvida com acessibilidade neste caso para deficientes visuais, a página para web tem que permitir o aumento de tamanho das letras, permitir que o usuário obtenha as informações por meio de áudio com ajuda do leitor de tela, a sua interface tem que ser desenvolvida de uma forma mais acessível que possibilita o usuário acessar as informações com facilidade tendo em conta que o usuário não pode ver ou enxerga muito pouco, o que aparece na tela.

Existem páginas que o leitor de tela não consegue fazer a leitura das informações, isso porque essas páginas da web foram desenvolvidas sem acessibilidade. Segundo Queiroz (2007) as informações não são lidas simplesmente

por aparecer na tela, mas sim porque existe um código de trás das informações que faz com que o leitor de tela possa ler as informações.

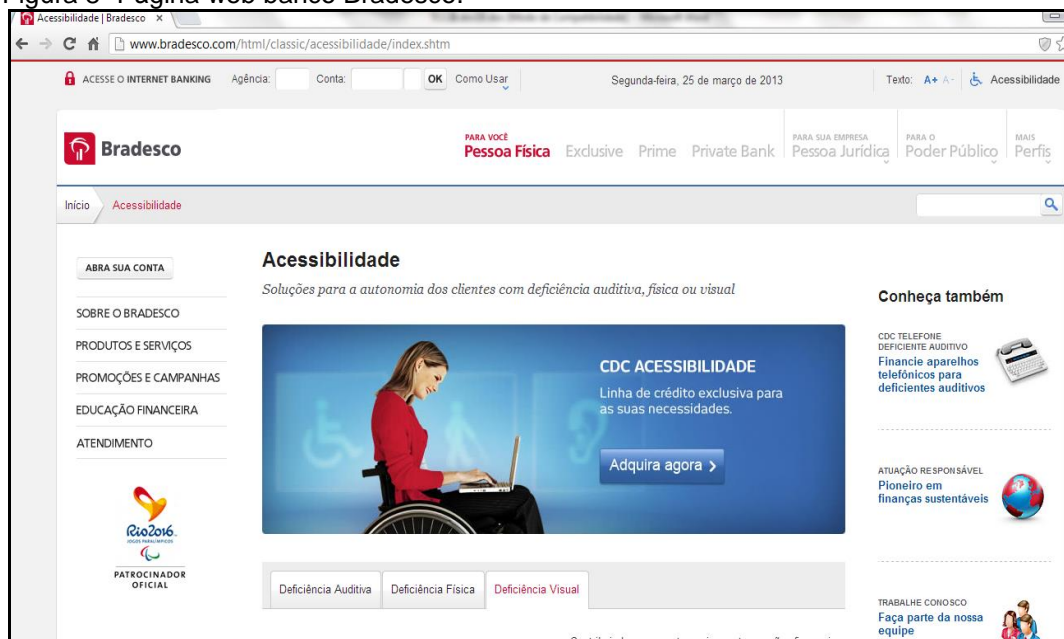
Isso acontece, quando o código que foi desenvolvido para as informações que aparecerem na tela, é um código fechado, pois quando as informações são desenvolvidas por códigos fechados os leitores de tela não conseguem fazer a leitura das mesmas (QUEIROZ, 2007).

Também é importante que nas páginas para web exista texto alternativo, por exemplo, em uma imagem. Segundo Brasilmedia (2008) as imagens são importantes em páginas para web, e para os designers as imagens não são apenas efeitos para as páginas, mas sim, itens com informações.

Para que essas imagens sejam acessíveis para deficientes visuais elas devem ser nomeadas de forma adequada, e esta forma é utilizando o `<alt>` e não nomear uma imagem como `imagem.jpg` (BRASILMEDIA, 2008). O `alt` tem a função de fornecer informações adicionais de uma imagem, ou melhor, informar o que a imagem transmite e isso ajuda o deficiente visual a interpretar a imagem.

Na página do banco Bradesco, pode-se notar que existe acessibilidade permitindo com que o usuário que possui deficiência visual possa ter acesso, pois a página apresenta os menus de cada tipo de deficiência, para que o usuário possa ter acesso as suas informações (BRADESCO, 2013).

Figura 8- Página web banco Bradesco.



Fonte: Banco Bradesco (2013).


Na figura 8 pode-se constatar a existência de um menu que indica que existe acessibilidade. Indo para este menu aparecerá as opções dos tipos de deficiência, para que o usuário possa escolher qual é a sua deficiência.

A página para web da figura 8 oferece para os seus clientes com deficiência visual o software leitor de tela (Virtual Vision), atendimento nos canais digitais e curso de informática gratuito (BRADESCO, 2013). Podemos notar que a página foi desenvolvida sem restrições para o deficiente visual, ajudando assim o deficiente visual a acessar o que necessita.

A página Brasilmedia é outra página para web que possui acessibilidade, nesta página a sua interface foi desenvolvida com acessibilidade, possibilitando com que o deficiente visual não tenha muita dificuldade em acessar as informações.

Na figura 9, os seus menus estão seguidos com os seus submenus tornando a página mais acessível e possibilitando o usuário com deficiência visual ter acesso às informações com mais facilidade. Por exemplo, na figura 9 existe um menu chamado Acessibilidade web, para ter acesso aos submenus deste menu não precisa ter que acessar o menu pois os seus submenus já vêm em seguida, possibilitando uma navegação mais acessível para os usuários com deficiência visual.

Figura - 9 Brasilmedia.



The screenshot shows the Brasilmedia website interface. At the top, there is a blue header with the logo and social media icons. Below the header is a navigation bar with links for HOME, QUEM SOMOS, SERVIÇOS, CONTATOS, TUTORIAL, SEGURANÇA, and OPEN SOURCE. A search bar is located on the right side of the navigation bar. The main content area features a left sidebar with a 'Navegação' menu and an 'Acessibilidade Web em Mente' section. The main content area displays an article titled 'Pesquisa das preferências dos Usuários de Leitores Tela' with a list of sub-topics under the heading 'Conteúdo do Artigo'.

Navegação

- Tutoriais
- Robot.txt
- Google API
- Segurança
- Otimização de Sites

Acessibilidade Web em Mente

- Introdução a Acessibilidade na Web
- Visual
- Audição
- Motora
- Cognitiva

Pesquisa das preferências dos Usuários de Leitores Tela

O artigo a seguir é uma tradução do idioma Inglês: [WebAIM: Screen Reader Survey Results](#).

Conteúdo do Artigo

- Introdução
- Informações Demográficas
- Comportamento sobre a Home Page
- "Pular" Links
- Teclas de Acesso
- Cabeçalhos
- Pesquisas
- Mapa do Site
- Conteúdo Somente-Texto
- Conteúdo somente para Leitores de Tela
- Janelas Pop-up
- Web 2.0
- Imagens
- Repetição de Links

Fonte: Brasilmedia (2008).

A figura 10 é uma página de notícias no País (Angolano), esta página foi desenvolvida com acessibilidade, nela encontram-se o aumento da fonte, as suas imagens estão acompanhadas com textos alternativos (são as descrições que aparecem em cada imagem tornando ela acessível) assim como descrições adequadas, existem bastantes cabeçalhos facilitando o deficiente visual na leitura das informações com a ajuda da tecla *h* (a tecla *h* é uma tecla do teclado que possibilita o deficiente visual a ler os cabeçalhos das páginas para web) do seu teclado, os seus vídeos foram compartilhados no You Tube permitindo que eles sejam acessíveis, porque os vídeos do You Tube possuem descrição sonora e textual e são acessíveis, os seus formulários podem ser navegados em sequência lógica e os seus documentos estão formatados com os padrões da web, possibilitando que o leitor de tela leia as informações.

Figura 10 - Club-K.

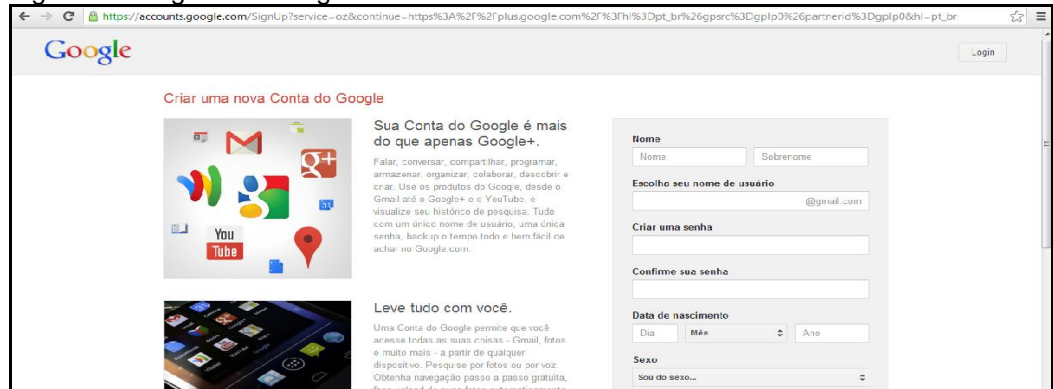


Fonte: Club-k (2013).

O Google Plus é outra página para web que os usuários com deficiência visual veem se deparando com muitas dificuldades em acessar a página. Quando o usuário pretende se cadastrar depara-se com o problema no *captcha* por não possuir voz sonora para informar as letras existentes para colocar no quadrado.

O usuário com deficiência visual não consegue acessar os menus e os seus botões, quando o usuário tem acesso à página e pretende sair ele não encontra o menu de saída da página, isso porque a página foi desenvolvida sem acessibilidade dificultando o leitor de tela ler o que está escrito no menu de saída.

Figura 11- Página do Google Plus.



Fonte: Google Plus (2013).

Fazendo uma comparação com as páginas para web das figuras 8, 9, 10 e 11 pode-se informar alguns pontos totalmente acessíveis e outros que não possuem acessibilidade ou não são totalmente acessíveis.

Na página do banco Bradesco, Brasil Media e o Club-k existem acessibilidade, essas páginas cumprem com as normas e padrões para desenvolvimento de páginas para web acessíveis conforme nos informa a W3C, que uma página para web deve ser perceptível, operável, compreensível e robusta.

As páginas da figura 8, 9 e 10 são perceptíveis porque as suas interfaces e informações estão apresentadas de forma amplas.

Elas também são operáveis tendo em conta que as suas interfaces estão projetadas possibilitando com que o usuário consiga executar todas as informações da página.

E são compreensíveis devido à interação que existe entre a interface e o usuário.

Seguindo na linha das informações que a acessibilidade legal informa acerca das páginas desenvolvidas com acessibilidade, que páginas acessíveis as suas imagens possuem textos alternativos assim como descrição adequada, os seus vídeos possuem descrições sonora e textual, os seus formulários podem ser navegados em seqüência lógica, os seus formatos encontram-se nos padrões da web possibilitando que o leitor de tela leia as informações. Essas três páginas possuem todos esses critérios.

A página do Google Plus pode-se dizer que não existe acessibilidade, ela foi desenvolvida com restrições, nela os usuários deparam-se com muitas barreiras tanto no cadastro como na hora de utilizá-la. Se o deficiente visual não tiver alguém

que pode lhe auxiliar na hora de usar a página ele não consegue devido às barreiras encontradas. São páginas como a do Google Plus que têm que ser melhorada para que não possa haver restrições de pessoas na hora de usá-la.

Em conversa com pessoas que possuem deficiência visual elas informaram que normalmente se deparam com muitas dificuldades em acessar as páginas para web de universidades, de compras, de músicas e de páginas que quando acessadas existem música dificulta o usuário a entender o que o leitor de tela esta a transmitir porque são duas informações em forma sonora que o deficiente visual recebe.

Porém informaram também que existem muitas páginas com acessibilidade, e que as páginas para web cada dia estão melhorando e eles não se deparam com muitas dificuldades como antes.

5.1.2 Pesquisa dos softwares com acessibilidade para o deficiente visual realizar cálculo

Para o auxílio de cálculos matemáticos muitos deficientes visuais usam o Soroban, Dosvox e o Matvox.

O Soroban é um instrumento para realizar cálculo, com este aparelho os alunos aprendem a fazer ordens decimais e as operações como divisão, multiplicação, soma e a subtração (MOLINA, 2012). Antes a utilização do soroban para o aprendizado da matemática era restrita a memorização para os deficientes visuais, as operações de cálculos mentais os excluía das hipóteses de resolverem problemas em concursos, exames e vestibulares (BARBOSA, 2010). Depois do Soroban ser vinculado com o sistema Braille, ele passou a ser um contador mecânico adequado para as pessoas com deficiência visual, no sistema de ensino do Brasil (BARBOSA, 2010).

O Soroban é diferente de outros aplicativos que são usados para fazer cálculo matemático como o Matvox e o Dosvox, que os seus cálculos são feitos por meio de uma calculadora, no Soroban os cálculos são feitos de forma mecânica.

5.1.2.1 Dosvox na área de cálculo

O Dosvox também é um aplicativo que possibilita o deficiente visual a realizar cálculo. O Dosvox é um software livre, com ele pode-se fazer varias funções como cálculo, ler texto, editar texto etc.

O setup do Dosvox pode-se encontrar na internet, ele encontra-se na versão 4.4. Quando o Dosvox estiver instalado na máquina ou computador ele estará pronto para ser usado, basta o usuário apertar as teclas *ctrl + alt + d*, ou simplesmente ir ao seu executável e apertar a tecla *enter*, para que ele comece a funcionar.

Logo que abrir a tela do Dosvox o usuário ouvirá a frase Dosvox- o que você deseja?. Em seguida o usuário tem que informar o que deseja. Neste caso como pretendemos fazer cálculo, quando a pergunta for feita, o usuário deve colocar a letra *U*. Deve-se colocar a letra *U*, porque a opção para fazer cálculo no Dosvox encontra-se em utilitários e quando digitamos a letra *U* o aplicativo entende que pretendemos encontrar uma das opções que existe no utilitário. Depois de colocar a letra *U* ele faz a pergunta, qual a letra do programa?, com essa pergunta o usuário coloca a letra *C* e abrirá a calculadora que no Dosvox chama-se calculadora vocal.

Com o Dosvox é possível fazer as quatro operações matemáticas, achar a raiz quadrada e fazer cálculo com porcentagem, nela também podemos armazenar valores e esses valores podem ser gravados ou lidos no editor do Dosvox. Na figura 12 pode-se ver como é a calculadora do Dosvox.

Figura 12 – Calculadora Dosvox.

```

Calculadora Vocal - 2.2a

Operações válidas:

  As 4 básicas: + - * /
  \           raiz quadrada
  = ou ENTER  termina cálculo
  D ou HOME   número de decimais
  C ou DEL    limpa conta
  BS         apaga dígito
  PAGE-UP x   põe na memória (0 a 9)
  PAGE-DN x   traz da memória (0 a 9)
  control-c   copia resultado

Memórias: 0: 0.00
          1: 0.00
          2: 0.00
          3: 0.00
          4: 0.00
          5: 0.00
          6: 0.00

9.00 *
8.00 =
72.00

72.00
  
```

Fonte: Dosvox 4.4

5.1.2.2 Instalação e funcionamento do Matvox

Outro aplicativo existente que auxilia o deficiente visual a realizar cálculos é o aplicativo Matvox. O Matvox foi desenvolvido pelo Julian Sanmiguel na sua dissertação de mestrado, orientado pelo professor Luiz César Martini, ele desenvolveu o aplicativo com o objetivo de pessoas com deficiência visual poderem interpretar cálculos (UNICAMP, 2012).

A primeira versão foi apontada como um bom recurso, depois da primeira versão surgiu à idéia da evolução da mesma, que é a segunda versão. A segunda versão foi desenvolvida por Henrique Silveira, e agora conta com novas funcionalidades e permite a realização de cálculos em geral (SILVEIRA, 2012). O Matvox é uma calculadora programável conectada a um editor de texto com um sintetizador de voz que o deficiente visual pode se comunicar (UNICAMP, 2012). O sintetizador de voz escolhido foi o Dosvox por ser um programa de código aberto.

Com o Matvox podemos fazer vários tipos de cálculos matemáticos como funções trigonométricas, logaritmos, funções hiperbólicas, raiz quadrada etc (ALVES FILHO, 2012).

O Matvox funciona com o software Dosvox. Para poder ter o Matvox funcionando em seu computador primeiro precisa-se instalar o Dosvox e só depois do Dosvox instalado pode-se instalar o Matvox. Para instalar o Matvox no Dosvox, pega-se o executável do Matvox e copie no diretório do Winvox do Dosvox, em seguida vai até o Winvox e procure o executável do Matvox, selecione e aperta na tecla *x* para que os aplicativos sejam instalados nos seus respectivos lugares (SCHLOSSER, 2012). Assim o Matvox já está instalado na máquina e podem-se fazer os cálculos que o usuário necessita.

Para que se possa fazer cálculos no Matvox, vamos ao diretório do Winvox onde encontramos o executável do Matvox, basta apertar a tecla *enter* e o Matvox estará pronto para os cálculos.

Para o funcionamento da calculadora é necessário saber para que servem os seus comandos, a vantagem é que não precisa decorar cada comando pois na calculadora existe uma lista que informa os seus comandos, basta o usuário apertar nas teclas *control* e *f10*, aparecerá uma lista com os comandos da calculadora, com as setas para cima, para baixo, esquerda e direita escolhe-se o comando que necessita e depois clicas na tecla *enter*.

Se o usuário não souber qual é a utilidade de um dos comandos ele poderá clicar na tecla *f1* e receberá informações por meio de áudio o que o comando faz.

Para começar a fazer cálculo no Matvox o primeiro comando utilizado é o comando *BEGIN*, este comando tem a função de iniciar qualquer cálculo feito no Matvox. Para que o programa dê como fim nos comandos eles têm que ser sempre acompanhados com o ponto e vírgula (;) e no começo de cada comando existe o símbolo barra invertida (\). Portanto cada comando da calculadora será escrito sempre no início a barra invertida e no fim o ponto e vírgula, por exemplo, *\BEGIN;*

No Matvox também pode-se informar se alguma linha do exercício existe erro. Se o usuário pretender saber se existem erros nos comandos inseridos para a realização de cálculos, tem que colocar o cursor na linha do comando pretendido, em seguida pressionar as teclas *control f9* e ele informará do erro cometido no comando solicitado.

Por exemplo, se na linha que pretendemos saber se existe algum erro estiver à expressão *c=9*; temos que posicionar o cursor na linha da expressão e depois apertar o *control f9* e ouviremos a seguinte mensagem “expressão *c* igual a *nove*”. Se por acaso existir algum erro, como a troca de variável no comando *VARRESULT*, baseando-se no exemplo mencionado acima ao invés de colocar a variável certa que neste caso seria a variável *c* o usuário colocar a variável “*a*” ele nos informa que existe erro com o comando *VARRESULT* como podemos ver na figura 13.

Figura 13- Matvox.

```

r:\txt- EDIVOX
L:37 c: 1
Atualização:
MATVOX - v.2.0
Autor: Henrique silveira
EDIVOX - v.6.1
Autor: Marcelo Pimentel

\BEGIN;
c=9;
\VARRESULT{a};
\END;
#E44 Erro: comando VARRESULT não válido, variável não encontrada.
Parâmetro errôneo: A
Linha: 36

```

Fonte: Silveira (2010).

Para que seja finalizado um exercício no Matvox o comando usado é o `\END;`. Para finalizar um cálculo o cursor tem que estar posicionado em uma das linhas do programa, as linhas têm que estar entre o `\BEGIN;` e o `\END;`; em seguida posicione o cursor em uma das linhas do programa e pressione a tecla *control f10* e depois a tecla *f2*. O programa será executado e o resultado vai aparecer por baixo do comando `\END;`.

Por exemplo na figura 14 mostra-nos o resultado da raiz quadrada de nove, podemos ver que por baixo ou no final do comando `END` temos o resultado da expressão.

Figura 14- Matvox.

```

r:\txt- EDIVOX
L:28 c: 1
Atualização:
MATVOX - v.2.0
Autor: Henrique Silveira
EDIVOX - v.6.1
Autor: Marcelo Pimentel

\BEGIN;
r=SQRT(9);
\VARRESULT{r};
\END;
R = 3

```

Fonte: Silveira (2010)

5.1.3 Descrição da elaboração da pesquisa e teste dos softwares

Depois da etapa do levantamento de aplicativos que ajudam o deficiente visual a realizar cálculo matemático, foi feito teste de como os aplicativos funcionam, sabendo que os aplicativos são desenvolvidos para auxiliar as pessoas com deficiência visual a realizar cálculo então esses testes foram feitos com pessoa que possuem deficiência visual.

Foi mostrado para a pessoa com deficiência visual os softwares existentes. Ela informou que conhecia o Soroban, mas não o utilizava porque os seus cálculos são feitos usando a linguagem Braille e nem todos os professores têm domínio desta linguagem.

O Dosvox também já conhecia só que o Dosvox como o Soroban são aplicativos que servem apenas para realizar cálculos básicos como as quatro operações divisão, multiplicação, soma e subtração. Com o Dosvox também pode-se achar a raiz quadrada, porém esses aplicativos não ajudam na realização de cálculos mais complexos.

Quando foi perguntada se conhecia o aplicativo Matvox ela disse que já ouviu falar, mas nunca tinha usado o mesmo. Com essas informações foi mostrado de como o aplicativo Matvox funciona e foi feito teste com a deficiente visual.

O teste foi feito em uma das salas de estudo em grupo da UNESC, como o software já estava instalado no computador foi explicado a ela como ele funciona, com o computador o usuário com deficiência visual fazia os testes, tendo em conta a explicação de como funciona o aplicativo Matvox.

No sistema Dosvox foi mais fácil levando em conta que o usuário já conhecia o funcionamento do mesmo. O Soroban foi o único que não foi testado devido o entendimento da linguagem Braille, pois a única que entendia esta linguagem era o usuário com deficiência visual.

5.1.4 Proposta do método para realizar cálculo

Com os testes todos feitos e os conhecimentos adquiridos dos capítulos anteriores, notou-se que existe uma extrema carência de softwares que ajudam o deficiente visual a fazer as suas resoluções matemáticas nas disciplinas de cálculo.

Com a carência dos softwares dificulta os deficientes visuais na aprendizagem das disciplinas que o seu conteúdo baseia-se mais em cálculo focando na área da ciência exata, pelo fato de seus cálculos serem mais complexos.

Os softwares existentes funcionam como uma calculadora. Tendo em conta o ponto de vista do deficiente visual, esses aplicativos são importantes quando se deseja saber o resultado de uma conta, mas não ajudam totalmente na realização de cálculo, isso torna o deficiente visual dependente do professor como de um colega ou de outra pessoa auxiliar que enxergue para que possa ajudar a realizar os exercícios.

Partindo deste estudo, percebe-se a importância de melhorar os aplicativos que servem para resolução de contas (calculadora) assim como o melhoramento das aulas de cálculo acerca da elaboração e resolução de exercícios entre professor e aluno.

Como aplicativos que permitem o deficiente visual a fazer cálculo complexo em uma calculadora já existem, pensou-se a cerca dos exercícios e provas dadas em sala de aula, de como o deficiente visual haveria de ter acesso a eles.

Visto que existem barreiras de como o professor vai transmitir a matéria para o aluno e de como o aluno vai entender o professor.

Foi então que por meio de um documento do Word como nos mostra a figura 15. Nela foi elaborados exercícios e testado com o software leitor de tela NVDA. Com a elaboração dos exercícios notou-se que o leitor de tela não lê todos os símbolos matemáticos.

Os símbolos que o leitor de tela não consegue ler foram elaborados de forma escrita e os outros, tanto símbolos como números foram escritos normalmente.

Figura 15 – Exercícios matemáticos

1-Determine o valor das seguintes integrais definidas

a) Integral $(6 \text{ euler}^x - \text{sen } x \text{ sobre } \text{coss}^2 x + 8 \text{ sobre } x^9) dx =$

b) Integral $(x + 1) (x^2 - x + 1) dx =$

c) Integral de $8x^4 - 9x^3 + 6x^2 - 2x + 1$ toda expressão sobre $x^2 dx =$

2-Calcular os limites dos exercícios abaixo, usando as propriedades de limites:

a) Limite de x quando tende a 3 $(3x^2 - 7x + 2)$

b) Limite de x quando tende a 1 $x^2 - 1$ sobre $x - 1$

c) Limite de x quando tende a raiz de 2 $3x^2 - x$ sobre $3x$

3- Calcular as seguintes derivadas

a) F de $x = 10 (3x^2 + 7x + 3) 10$

b) F de $x =$ a raiz cúbica $(3x^2 + 6x - 2)$ elevado a 2

c) F de x igual $\text{sen}^3 (3x^2 + 6x) =$

Fonte: do Autor

Com a elaboração destes exercícios notou-se que o professor teria que elaborar sempre dois conteúdos ou duas provas e tornaria isso muito cansativo para o professor, visto que as disciplinas de cálculos possuem muitos exercícios e ficaria muito trabalhoso elaborar vários por meio de escrita e ainda tinha que usar o leitor de tela para avaliar se está acessível ou não.

Foi então que pensou-se em propor requisitos de um software que auxilia-se o deficiente visual na realização de cálculos matemáticos. Uma das ideias é que o software permitirá com que o deficiente visual realiza os seus exercícios ouvindo o que ele está fazendo por meio de áudio. O software tem que ser didático de forma que seja intuitivo tanto para pessoas com deficiência visual como para pessoas que não possuem essa deficiência.

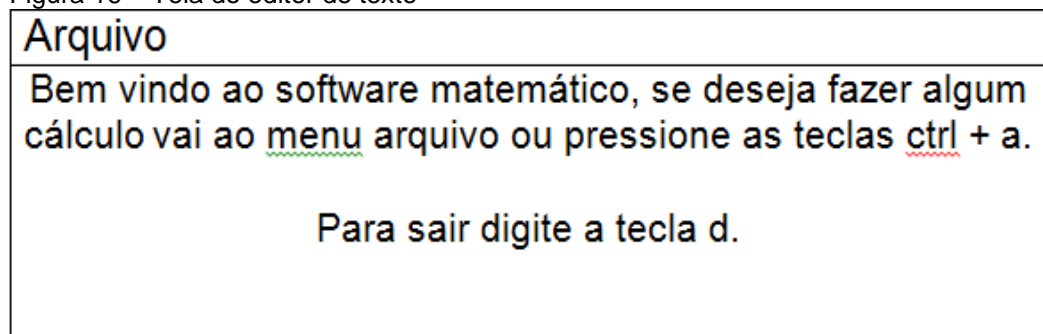
Com os estudos feitos em relação os softwares já existentes e os leitores de tela, o software para realizar cálculo poderá ser gratuito e de código aberto, de forma a possibilitar que todos os usuários tenham acesso a ele e que outros desenvolvedores melhorassem o mesmo.

O desenvolvedor do software em questão deverá disponibilizá-lo na Internet de forma que todos os usuários possam baixar em suas máquinas. Depois de instalado já não haverá a necessidade dele ser utilizado com a ligação de uma rede.

O software ficará na máquina do usuário até ele achar necessário. Ele também possuirá o seu código aberto para possíveis alterações caso alguém desejar melhorá-lo.

No software haverá um editor de texto que servirá tanto para expressões matemáticas como para escrita do enunciado do exercício, o editor de texto poderá se chamar de Arquivo como nós mostra a figura 16. Clicando no menu arquivo aparecerá todas as funções do software, essas funções permitirá com que o usuário realize os exercícios.

Figura 16 – Tela do editor de texto



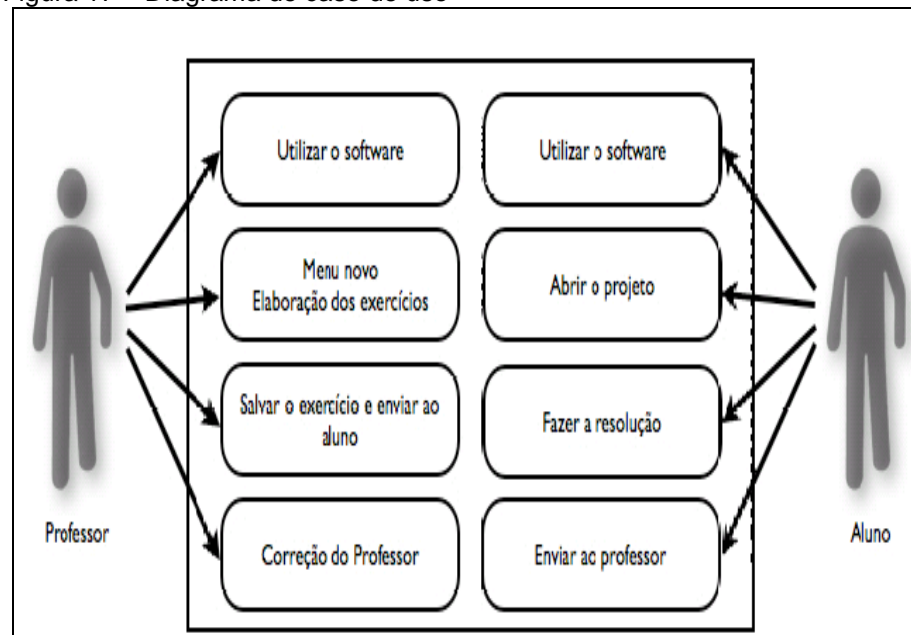
Fonte: Do Autor

Para o professor ter acesso a ele deverá ter o software instalado em sua máquina, e os exercícios abrirão normalmente.

No editor de texto haverá opção de acordo as teclas do teclado, por exemplo, *ctrl* + *w* possibilitará a abertura do menu que contem os símbolos matemáticos. O software transmitirá as informações em áudio e haverá uma opção de desligar o áudio caso o software seja utilizado por pessoa que não possui deficiência visual.

No diagrama da figura 17 pode-se notar como será a interação entre o aluno e o professor. Primeiramente tanto o professor como o aluno devem ter o software instalado em suas máquinas, em seguida o professor irá elaborar os exercícios e enviar pelo aluno, o envio pode ser de varias formas como usando os dispositivos moveis ou por e-mail, em seguida o aluno recebe os exercícios e abre em seu computador para resolvê-los e posteriormente enviar ao professor.

Figura 17 – Diagrama de caso de uso



Fonte: Do Autor

Quando o usuário acessar o menu arquivo ele abrirá um editor de texto como nos mostra a figura 18 e nesse editor vai conter os menus novo, salvar, símbolos matemáticos, expressões matemáticas, áudio, calculadora e ajuda. O menu novo será onde o usuário realizará os seus exercícios ou caso ele pretende abrir uma nova página.

O menu salvar será utilizado para salvar os arquivos em um dispositivo móvel ou no próprio computador. O áudio dará a opção em retirar o som tendo em vista que não vai ser usado somente por pessoas que possuem deficiência visual. Os menus do símbolo matemático e o de expressões matemáticas servem para o auxílio do usuário.

O menu calculadora servirá para o usuário fazer os seus cálculos permitindo que ele não use outro software para o auxílio de cálculo (calculadora). Nele o usuário poderá fazer cálculos tanto simples como complexos.

Por último temos o menu ajuda que terá a função de descrever ao usuário em que ponto está o cursor do computador.

Figura 18 – Tela do editor de texto

Novo	Salvar	Abrir Projeto	Símbolos Matemáticos	Expressões Matemáticas	Áudio	Calculadora	Ajuda

Fonte: Do Autor

Como os deficientes visuais baseiam-se muito na utilização do teclado, o software será programado de forma que os menus possuam teclas definidas para acessar eles. Para salvar pode-se usar as teclas *ctrl + s*, e para o menu novo *ctrl + n* assim em diante.

Quando o usuário acessar a página do software poderá aparecer informações de bem vindo do software em forma de áudio. O software deverá ter um manual disponível na internet ensinando de como ele funciona, para que o deficiente visual possa adquirir conhecimento para manejá-lo.

Este manual que serve não só para o deficiente visual, deverá constar as informações de como instalar ele na máquina, como inserir os números e letras, quais as opções no teclado para poder ter uma nova página e salvar um documento, inserir símbolos, formulas e expressões matemáticas.

5.3 RESULTADOS OBTIDOS

Os aplicativos para cálculos existentes que auxiliam os deficientes visuais a realizar cálculos matemáticos, na verdade são aplicativos que têm o funcionamento de uma calculadora. Eles ajudam o deficiente visual a realizar cálculos matemáticos tanto básicos como complexo dependendo do tipo de aplicativo que o usuário vai usar. Dentre os três aplicativos focados neste trabalho que são o Soroban o Dosvox e o Matvox, só o Matvox é que faz às duas funções que é a realização de cálculo básicos e complexos, o Soroban e o Dosvox só realizam cálculos básicos.

No início dessa pesquisa o foco principal era de encontrar os aplicativos que possibilitam o deficiente visual a ter as suas aulas de cálculo e a fazer as suas provas em matéria que o assunto é focado em cálculo, mas isso não foi possível porque não encontrou-se nenhum software que o deficiente visual, pudesse ter as suas aulas com acessibilidade.

Porém os aplicativos existentes são as calculadoras e elas não permitem a elaboração de exercícios.

Com o levantamento dos aplicativos para cálculo foi feito teste com um portador de deficiência visual. No final dos testes o usuário relatou que o Dosvox ajuda na elaboração de cálculo sendo um software de fácil manuseio, o problema é que ele só ajuda na realização de cálculos básicos e isso torna um impedimento quando o deficiente visual se depara com cálculos complexos.

Já o conceito que o portador com deficiência visual teve do Matvox é que ele é um aplicativo que funciona muito bem como uma calculadora e que vai ajudar bastante o deficiente visual a realizar cálculos complexos. Porém o aplicativo não é de fácil manuseio, existem muitos espaços para poder fazer um cálculo e que poderia ser mais simples, ela realçou que deve ser a complexidade que existe na criação de aplicativos como este, que possibilita a realização de cálculos complexos e como essa já é a segunda versão do aplicativo quem sabe tendo pessoas interessadas nesta área não vão melhorar para que ele seja menos complexo.

Como é possível realizar cálculo tanto básico como complexo então pensou-se em uma forma de ajudar o deficiente visual a ter as suas aulas de cálculo acessíveis. Com isso elaborou-se exercícios no Word e no *equation do Word*.

No *equation do Word* não foi possível porque o *equation do Word* o leitor de tela reconhece como imagem.

Então elaborou-se os exercícios somente no Word, os exemplos elaborados foram de forma escrita (letras) e de forma numérica, isso porque o leitor de tela não lê todos os símbolos matemáticos.

Porém o professor fica em desvantagem por ter que elaborar uma prova e passar os exercícios por todas essas fases.

Então sugeriu-se a elaboração de um requisito, neste requisito foi elaborado ideias de como seria um software que possibilita-se o deficiente visual a realizar os seus exercícios de cálculos.

6 CONCLUSÃO

Com o progresso constante nas tecnologias de informações o número de usuários com deficiência visual que utilizam a internet tem aumentado comparando nos anos anteriores. Com esse crescimento os desenvolvedores vêm se projetando de forma a criarem meios tecnológicos que abrangem todo o tipo de usuário de forma a não deixarem ninguém sem acesso as tecnologias.

Esse projeto teve a finalidade de informar acerca das páginas desenvolvidas com acessibilidade, dos softwares e hardwares existentes que auxiliam o deficiente visual nas suas tarefas como ler informações e fazer cálculos matemáticos de forma acessível.

Em relação à acessibilidade em páginas para web chegou-se a conclusão que uma página para web quando a sua interface é bem projetada ela facilita muito na interação do usuário e o computador, porque a página torna-se acessível e intuitiva, e quando as páginas não possuem interfaces projetadas de forma intuitiva elas tornam-se menos acessíveis dificultando o usuário a ter acesso às informações existentes na página.

Já as regras existentes para criação de páginas para web acessíveis, focando mais em regras da W3C que veem sendo de grande valia para os desenvolvedores. Quando eles cumprem com todas as regras, deixam muito usuário com deficiente dentro do mundo tecnológico e não só, essas regras possibilitam que os leitores de tela, passam de forma clara as informações que contêm nelas.

Com as páginas para web também foram feitos teste com usuário que possui deficiência visual e chegou-se a conclusão que os desenvolvedores estão melhorando cada vez mais, apesar de nem todas as páginas para web serem desenvolvidas com acessibilidade, mas pode-se dizer que existem muitas páginas desenvolvidas com acessibilidade principalmente páginas relacionadas com notícias.

Nos testes feitos em aplicativos que possibilitam o deficiente visual a realizar cálculo o usuário com deficiência visual realçou que o Dosvox é fácil de usar, porém ele só realiza cálculos básicos, e o Matvox que realiza cálculo complexo não é muito fácil em usá-lo, mas vai ajudar bastante na realização de cálculos complexos.

A cerca dos aplicativos desenvolvidos para a resolução de cálculo, na verdade o que existe no mercado são aplicativos que funcionam como uma

calculadora e a maioria só realizam cálculos básicos, o único encontrado nesta pesquisa que realiza cálculo complexo é o aplicativo Matvox, e mesmo assim os seus cálculos não são feitos de forma didática, tornando um pouco complexo para as pessoas que possuem deficiência visual.

A partir dos levantamentos teóricos e testes feitos em deficiente visual viu-se a necessidade da existência de um software que pudesse ajudar o deficiente visual a fazer as suas resoluções de cálculos. Com isso foram propostos requisitos para o desenvolvimento do software.

Finalizando a pesquisa sugerem-se para trabalhos futuros os seguintes itens:

- a) aprimorar a descrição dos requisitos e desenvolver o software para cálculo matemático;
- b) sugerir um melhoramento no aplicativo Matvox;

REFERÊNCIAS

ACESSO A WEB E TECNOLOGIAS ASSISTIVAS, 2008. Disponível em: <<http://www.acessibilidadelegal.com/33-acesso.php>>. Acesso em: 4 out. 2012.

ACESSO BRASIL. **Acessando a web**: a visão dos cegos, 2006. Disponível em: <<http://www.acessobrasil.org.br/>>. Acesso em: 5 out.2012.

ADOBE Acorbat. **Centro de recursos de acessibilidade**, 2012. Disponível em: <<http://www.adobe.com/br/accessibility/>>. Acesso em: 19 nov.2012.

ALVES, Manuel Filho. **A segunda geração do matvox**, 2012. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/522/segunda-gera%C3%A7%C3%A3o-do-matvox-0>>. Acesso em: 20 abr.2013.

BARBOSA, Luciane Maria Molina. **Matemática para deficientes visuais**: nossa habilidade em resolver “problemas”, 2010. Disponível em: <<http://www.brailleu.com/2010/10/matematica-para-deficientes-visuais.html> >. Acesso em: 17 nov.2012.

BENAVIDEZ, Carlos. **Informação sobre o hera**, 2003. Disponível em: <<http://www.sidar.org/hera/index.php.pt?ini=info>>. Acesso em: 18 out.2012.

BENGALA BRANCA. **Impressoras braille**, 2012. Disponível em <http://www.bengalabranca.com.br/2011/index3.php?pagina=destaque&limenu=menu_topo&id_item=600002&incont=sim&pag=subcategoria&id_sub=Impressoras%20Braille&id_sub2=&num_pag=1> Acesso em: 12 nov.2012.

BRADESCO. **ACESSIBILIDADE**, 2013. Disponível em: <<http://www.bradesco.com/html/classic/acessibilidade/index.shtm>>. Acesso em: 18 mar.2013.

BRASILMEDIA, 2008. Disponível em: <<http://www.brasilmedia.com/Leitores-de-Tela-Pesquisa-WebAIM.html#.UUjTMBYkr80>>. Acesso em: 18 mar.2013.

CLUB-K, 2013. Disponível em: <<http://club-k.net/>> Acesso em: 15 mai.2013.

COMPONENTES ESSENCIAIS DE ACESSIBILIDADE NA WEB, 2005. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 27 set. 2012.

DAMINELLI, Leandro. **Abordagem de uma ferramenta de apoio á utilização da teoria da corrente crítica para o gerenciamento de projetos no contexto da melhoria do processo de software**, 2012. Disponível em: <<http://www.kiron.unesc.net/tcc/arquivos/trabalhos/311.pdf>>. Acesso em: 5 nov.2012.

DASilva. 2006. Disponível em: <<http://www.dasilva.org.br/>>. Acesso em: 5 out.2012.

DEVMEDIA. **Interface homem-máquina – revista engenharia de software magazine 47**, 2012. Disponível em: < <http://www.devmedia.com.br/interface-homem-maquina-revista-engenharia-de-software-magazine-47/24013>>. Acesso em: 15 jun.2012.

DOCUMENTAÇÃO NVDA, 2012. Disponível em: <<http://www.nvda-project.org/>>. Acesso em: 23 set.2012.

DOSVOX. **Projeto Dosvox**, 2002. Disponível em:< <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>> Acesso em: 5 out.2012.

FREEDOW SCIENTIFIC JAWS 13 LANÇAMENTO, 2011. Disponível em: < <http://www.freedomscientific.com/news/pressroom/2011/JAWS-13-Released.asp>>. Acesso em: 26 set. 2012.

FREITAS, Amanda Cristina Ferreira. **Estudo e proposta experimental de uma tecnologia assistiva de audiodescrição de imagens para portadores de deficiência visual**, 2010. Disponível em:< <http://www.bcc.ufla.br/monografias/2010/AmandaCristina.pdf>>. Acesso em: 6 nov.2012.

GAMELEIRA, Fabio A B. Cartilha de acessibilidade, 2002. Disponível em< <http://www.lupadigital.info/3-sobre-a-cartilha.html>>. Acesso em: 25 out.2012.

GODINHO, Francisco Alexandre Ferreira Biscaia. **Uma nova abordagem para a formação em engenharia de reabilitação em Portugal**, 2010. Disponível em: <http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/572/1/Phd_fafbgodinho.pdf>. Acesso em: 6 set. 2012.

GODINHO, Francisco (Coord.). **Internet para necessidades especiais**. ed. Utad/Guia, 1999. Disponível em: <<http://www.acessibilidade.net/web/ine/livro.html>>. Acesso em: 6 set.2012.

HENNING, Viviane Flores de Almeida. **A inclusão de pessoas com deficiência visual e a informática**, 2009. Disponível em:< http://bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201007111045971viviane_flores.pdf>. Acesso em: 25 set. 2012.

HENRY, Shawn Lawton. **Componentes essenciais de acessibilidade na web**, 2005. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 27 set.2012.

IBGE. **Encontro internacional de estatísticas sobre pessoas com deficiência**, 2015. Disponível em:<
http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=438&id_pagina=1>. Acesso em: 16 nov.2012.

IMPRESSORA BRAILLE INTERPONTOS, 2011. Disponível em<
http://www.bengalabranca.com.br/2011/index3.php?pagina=destaque&limenu=menu_topo&id_item=600002&incont=sim&pag=subcategoria&id_sub=Impressoras%20Braille&id_sub2=&num_pag=1>. Acesso em: 25 out.2012.

JAWS 13 LANÇADO, 2011. Disponível em: <
<http://www.freedomscientific.com/news/newsletter-sept-oct11.asp>>. Acesso em: 11 out. 2012.

JORNAL DA UNICAMP. **A segunda geração do matvox**, 2012. Disponível em: <
http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2012/ju522_pag05.php>. Acesso em: 17 nov.2012.

SOUZA SOUZA, J.M; ALMEIDA, W.G. **Avaliação de acessibilidade web: um estudo de caso em sítios do governo**, 2009. Disponível em:<
<http://monografias.cic.unb.br/dspace/bitstream/123456789/204/1/Monografia.pdf>>. Acesso em: 6 nov.2012.

LANÇAMENTO ORCA, 2012. Disponível em:
<<http://library.gnome.org/users/orca/stable/introduction.html.en>>. Acesso em: 27 set. 2012.

LUPA ELETRÔNICA, 2008. Disponível em<
http://www.terraeletronica.com.br/lupa_manual.htm>. Acesso em: 25 out.2012.

MOLINA, Luciane. **Matemática para deficientes visuais: nossa habilidade em resolver problemas**, 2002. Disponível em:<
<http://intervox.nce.ufrj.br/~brailu/matematica.html>>. Acesso em: 17 nov.2012.

PRATES, R. O; BARBOSA, S.D.J. **Avaliação de interfaces de usuário: conceitos e métodos**, 2003. Disponível em: < http://www2.serg.inf.puc-rio.br/docs/JAI2003_PratesBarbosa_avalicao.pdf>. Acesso em: 24 out.2012.

QUEIROZ, Marcos Antonio. **Navegação via teclado e leitores de tela**. Disponível em: <<http://www.acessibilidadelegal.com/33-leitores.php>>. Acesso em: 12 mai.2013.

ROCHA, Heloisa Vieira; BANAUSKAS, Maria Cecília Calani. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**, 2007. Disponível em:

<http://pan.nied.unicamp.br/download_livro/livrodownload.html>. Acesso em: 13 set. 2012.

SCHLOSSER, Marcos Antônio. **Informática acessível**, 2012. Disponível em <<http://informaticaacessivel.blogspot.com.br/2012/04/como-baixar-e-instalar-dosvox-matvox-e.html> >. Acesso em: 1 abr.2013.

SANTOS,Cristina; ELLWANGER, Cristiane; STANGHERLIN,Vanessa; KILIAN, Yuri. PROJETO INFOACESSO - **INFORMÁTICA PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL**,2012. Disponível em:<http://www.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_014/artigos/artigos_vivencias_14/n14_19.pdf>. Acesso em: 8 nov 2012.

SIDAR. **O que é o hera**. Disponível em: <<http://www.sidar.org/hera/index.php.pt?ini=help>>. Acesso em: 15 out.2012.

SILVA, Jaqueline de Moraes. **A deficiência visual e a proteção à acessibilidade de informação no ordenamento jurídico brasileiro**, 2011. Disponível em<http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/direito/graduacao/tcc/tcc2/trabalhos2011_1/jaqueline_silva.pdf >. Acesso em: 14 out.2012.

SILVEIRA, Henrique da Mota. **Matvox-02**: extensão de recursos e planos de avaliação de um aplicativo matemático programável para deficientes visuais, 2012. Disponível em:<<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?view=000849007>>. Acesso em: 17 nov.2012.

SOBRE NVDA, 2012. Disponível em: <<http://www.nvda-project.org/wiki/About> >. Acesso em: 26 set. 2012.

SOBRE O VIRTUAL VISION, 2011. Disponível em: <<http://www.virtualvision.com.br/sobre.html>>. Acesso em: 25 set.2012.

SONZA, Andréa Poletto. **Ambientes virtuais acessíveis sob a perspectiva de usuários com limitação visual**, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14661/000666392.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 6 nov.2012.

VIRTUAL VISION 7, 2011. Disponível em: <<http://www.virtualvision.com.br/vv7.html>>. Acesso em: 25 set.2012.

W3C. **Compreender as wcag 2.0**, 2008. Disponível em:<<http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/intro.html#introduction-fourprincs-head>>. Acesso em: 18 mar.2013.

W3C. **Web ferramentas de acessibilidade da avaliação**: geral, 2006. Disponível em:< <http://www.w3.org/WAI/ER/tools/>>. Acesso em: 26 set. 2012.

W3C. **Acessibilidade**, 2012. Disponível em: <<http://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>>. Acesso em: 12 out.2012.

W3C. **Componentes essenciais de acessibilidade na web**, 2012. Disponível em:< <http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 27 set.2012.

W3C. **Componentes essenciais de acessibilidade na web**, 2012. Disponível em:< <http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 27 set.2012.

W3C. **Lista completa de ferramentas de avaliação de acessibilidade web**, 2006. Disponível em:< <http://www.w3.org/WAI/ER/tools/complete.html>>. Acesso em: 4 out.2012.

W3C. **Organizações contatando sobre sites inacessíveis**, 2010. Disponível em:< <http://www.w3.org/WAI/users/inaccessible>>. Acesso em: 5 out.2012.

ZAHRA, Shadi Abou. **Web ferramentas de acessibilidade da avaliação: geral**, 2006. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/ER/tools/>>. Acesso em: 27 set. 2012.

IV WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 48. , 2001, Florianópolis. Avaliação da navegação de interfaces web a partir de modelos. Florianópolis, 2001.

APÊNDICE A – ARTIGO

ACESSIBILIDADE DE TECNOLOGIAS QUE AUXILIAM O DEFICIENTE VISUAL A REALIZAR CÁLCULOS MATEMÁTICOS

Maria Isabel Sebastião¹, Ana Claudia Garcia Barbosa²

¹Acadêmica do Curso de Ciência da Computação – Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma – SC

²Professora do Curso de Ciência da Computação – Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma – SC

marisabel_br@hotmail.com, agb@unesc.net

Resumo. *Este artigo informa a importância da criação de tecnologias acessíveis, objetivando em um estudo sobre os aplicativos existentes que possibilitam o deficiente visual a realizar cálculos matemáticos assim como propor proposições de um software que possibilita o deficiente visual a realizar as suas resoluções de cálculo. A pesquisa bibliográfica buscou apontar acerca de como é importante o uso das regras de acessibilidade, como as páginas para web com acessibilidade reduzem o baixo índice que o usuário encontra na interação entre homem – computador. Nele foi feita uma comparação entre os aplicativos existentes para fazer cálculos matemáticos, nessa comparação usaram-se os aplicativos Dosvox e o Matvox e com eles foi testado em uma pessoa que possui deficiência visual. A partir da fundamentação teórica e os testes feitos com o deficiente visual, pode-se dizer que a realidade de aplicativos existentes que auxilia o deficiente visual a realizar cálculo matemático são poucos no mercado principalmente na realização de cálculos mais complexos. Por último propôs-se os requisitos para criação de um software para o deficiente visual realizar cálculo.*

1. Introdução

A sociedade está desenvolvendo uma variedade de informações tecnológicas, buscando diversas formas de comunicar-se, com o intuito de transmitir as informações de uma forma mais acessível aos usuários. Neste desenvolvimento ainda encontram-se, muitos critérios a serem analisados em relação ao desenvolvimento de tecnologias acessíveis.

As tecnologias muitas das vezes deixam de fora as pessoas portadoras

de deficiência, porque ainda existem diversas barreiras.

A W3C que alcança as suas missões dirigindo vários conjuntos, sob um processo eficaz para desenvolver regras de qualidade com a colaboração dos membros, desenvolveu regras para criação de páginas para web acessível e grandes empresas uniram-se para que estas regras fossem criadas (W3C, 2005).

Para além das páginas da web criadas sem acessibilidade outro grande problema que os portadores de deficiência visual enfrentam, são os aplicativos que existem para a realização de cálculos matemáticos. No levantamento desses aplicativos ou softwares, podemos constatar que existem poucos no mercado e os existentes são designados como calculadoras.

Portanto este artigo procura demonstrar a importância da criação de tecnologias acessíveis como os softwares que auxiliam os deficientes visuais a interpretar cálculos.

2. Acessibilidade Conceito e Característica

Segundo Godinho (2010) acessibilidade no domínio das tecnologias é percebida como a facilidade de acesso e interação em qualquer lugar e com equipamentos diferentes sem restrições de pessoas com deficiência.

Segundo Godinho (2010) a acessibilidade envolve três valores, que são:

- d) utilizador: significa que todo o individuo com capacidades sensoriais e funcionais, deve fazer o uso dos recursos sem obstáculos e restrições de pessoas;
- e) situação significa que os programas usados devem ser acessíveis, sem restrições nos software, equipamentos de hardware e comunicações;
- f) ambiente significa que não existem barreiras ao acessar os ambientes exterior ou interior.

Quando as tecnologias ou ferramentas web são criadas sem acessibilidade elas criam barreiras nos usuários com deficiência física ou mental, tornando-os fora das novas tecnologias.

2.1 A Importância da Acessibilidade para Deficientes Visuais

De acordo com Ignácio e Carvalho (2008) a acessibilidade para os deficientes visuais é de grande importância porque permite inúmeros benefícios para os mesmos, assim como sociabilidade e usabilidade, tornando o usuário sem nenhuma limitação aos ambientes de internet.

Seu acesso nas páginas para web infelizmente não depende só de um bom funcionamento do protótipo, porém dependem também de como são desenvolvidas as páginas na internet (RODRIGUES; SOUZA FILHO; BORGES, 2001).

Por isso é importante criar tecnologias com acessibilidade, para que todo o usuário possa ter acesso à mesma sem restrições, que pessoas com deficiência possam acessar os programas e sistemas sem encontrar nenhum problema.

3. Tecnologias que Auxiliam o Deficiente Visual a Realizar Cálculos Matemáticos

Para o auxílio de cálculos matemáticos muitos deficientes visuais usam o Soroban, Dosvox e o Matvox.

O Soroban é um instrumento para realizar cálculo, com este aparelho os alunos aprendem a fazer ordens decimais e as operações como divisão, multiplicação, soma e a subtração (MOLINA, 2012). Antes a utilização do soroban para o aprendizado da matemática era restrita a memorização para os deficientes visuais, as operações de cálculos mentais os excluía das hipóteses de resolverem problemas em concursos, exames e vestibulares (BARBOSA, 2010). Depois do Soroban ser vinculado com o sistema Braille, ele passou a ser um contador mecânico adequado para as pessoas com deficiência visual, no sistema de ensino do Brasil (BARBOSA, 2010).

O Soroban é diferente de outros aplicativos que são usados para fazer cálculo matemático como o Matvox e o Dosvox, que os seus cálculos são feitos por meio de uma calculadora, no Soroban os cálculos são feitos de forma mecânica.

3.1 Dosvox na área de cálculo

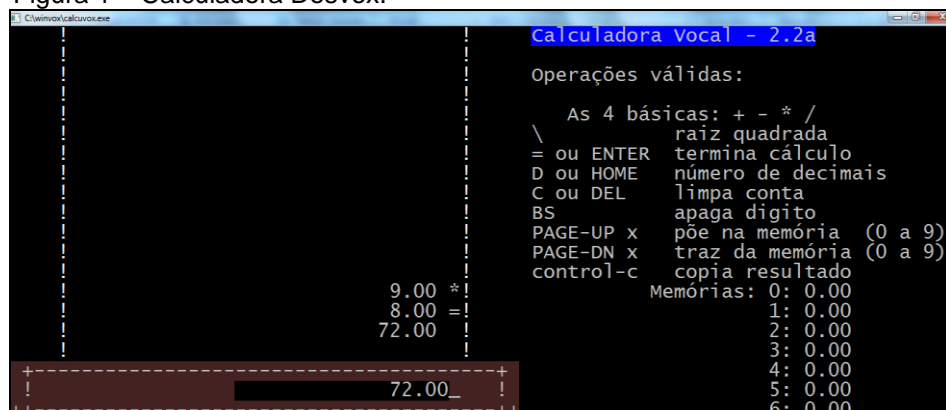
O Dosvox também é um aplicativo que possibilita o deficiente visual a realizar cálculo. O Dosvox é um software livre, com ele pode-se fazer varias funções como cálculo, ler texto, editar texto etc.

O setup do Dosvox pode-se encontrar na internet, ele encontra-se na versão 4.4. Quando o Dosvox estiver instalado na máquina ou computador ele estará pronto para ser usado, basta o usuário apertar as teclas *ctrl + alt + d*, ou simplesmente ir ao seu executável e apertar a tecla *enter*, para que ele comece a funcionar.

Logo que abrir a tela do Dosvox o usuário ouvirá a frase Dosvox- o que você deseja?. Em seguida o usuário tem que informar o que deseja. Neste caso como pretendemos fazer cálculo, quando a pergunta for feita, o usuário deve colocar a letra *U*. Deve-se colocar a letra *U*, porque a opção para fazer cálculo no Dosvox encontra-se em utilitários e quando digitamos a letra *U* o aplicativo entende que pretendemos encontrar uma das opções que existe no utilitário. Depois de colocar a letra *U* ele faz a pergunta, qual a letra do programa?, com essa pergunta o usuário coloca a letra *C* e abrirá a calculadora que no Dosvox chama-se calculadora vocal.

Com o Dosvox é possível fazer as quatro operações matemáticas, achar a raiz quadrada e fazer cálculo com porcentagem, nela também podemos armazenar valores e esses valores podem ser gravados ou lidos no editor do Dosvox. Na figura 1 pode-se ver como é a calculadora do Dosvox.

Figura 1 – Calculadora Dosvox.



3.2 Instalação e Funcionamento do Matvox

Outro aplicativo existente que auxilia o deficiente visual a realizar cálculos é o aplicativo Matvox. O Matvox foi desenvolvido pelo Julian Sanmiguel na sua dissertação de mestrado, orientado pelo professor Luiz César Martini, ele desenvolveu o aplicativo com o objetivo de pessoas com deficiência visual poderem interpretar cálculos (UNICAMP, 2012).

A primeira versão foi apontada como um bom recurso, depois da primeira versão surgiu a idéia da evolução da mesma, que é a segunda versão. A segunda versão foi desenvolvida por Henrique Silveira, e agora conta com novas funcionalidades e permite a realização de cálculos em geral (SILVEIRA, 2012). O Matvox é uma calculadora programável conectada a um editor de texto com um sintetizador de voz que o deficiente visual pode se comunicar (UNICAMP, 2012). O sintetizador de voz escolhido foi o Dosvox por ser um programa de código aberto.

Com o Matvox podemos fazer vários tipos de cálculos matemáticos como funções trigonométricas, logaritmos, funções hiperbólicas, raiz quadrada etc (ALVES FILHO, 2012).

O Matvox funciona com o software Dosvox. Para poder ter o Matvox funcionando em seu computador primeiro precisa-se instalar o Dosvox e só depois do Dosvox instalado pode-se instalar o Matvox. Para instalar o Matvox no Dosvox, pega-se o executável do Matvox e copie no diretório do Winvox do Dosvox, em seguida vai até o Winvox e procure o executável do Matvox, selecione e aperta na tecla x para que os aplicativos sejam instalados nos seus respectivos lugares (SCHLOSSER, 2012). Assim o Matvox já está instalado na máquina e podem-se fazer os cálculos que o usuário necessita.

Para que se possa fazer cálculos no Matvox, vamos ao diretório do Winvox onde encontramos o executável do Matvox, basta apertar a tecla *enter* e o Matvox estará pronto para os cálculos.

Para o funcionamento da calculadora é necessário saber para que servem os seus comandos, a vantagem é que não precisa decorar cada comando pois na calculadora existe uma lista que informa os seus comandos, basta o usuário apertar nas teclas *control* e *f10*, aparecerá uma lista com os comandos da calculadora, com as setas para cima, para baixo, esquerda e direita escolhe-se o comando que necessita e depois clicas na tecla *enter*.

Se o usuário não souber qual é a utilidade de um dos comandos ele poderá clicar na tecla *f1* e receberá informações por meio de áudio o que o comando faz.

Para começar a fazer cálculo no Matvox o primeiro comando utilizado é o comando *BEGIN*, este comando tem a função de iniciar qualquer cálculo feito no Matvox. Para que o programa dê como fim nos comandos eles têm que ser sempre acompanhados com o ponto e vírgula (;) e no começo de cada comando existe o símbolo barra invertida (\). Portanto cada comando da calculadora será escrito sempre no início a barra invertida e no fim o ponto e vírgula, por exemplo, *\BEGIN;*

No Matvox também pode-se informar se alguma linha do exercício existe erro. Se o usuário pretender saber se existem erros nos comandos inseridos para a realização de cálculos, tem que colocar o cursor na linha do comando pretendido, em seguida pressionar as teclas *control f9* e ele informará do erro cometido no comando solicitado.

Por exemplo, se na linha que pretendemos saber se existe algum erro estiver à expressão $c=9$; temos que posicionar o cursor na linha da expressão e

depois apertar o *control f9* e ouviremos a seguinte mensagem “expressão c igual a nove”. Se por acaso existir algum erro, como a troca de variável no comando *VARRESULT*, baseando-se no exemplo mencionado acima ao invés de colocar a variável certa que neste caso seria a variável *c* o usuário colocar a variável “*a*” ele nos informa que existe erro com o comando *VARRESULT* como podemos ver na figura 2.

Figura 2- Matvox.

```

\BEGIN;
c=9;
\VARRESULT{a};
\END;

#E44 Erro: Comando VARRESULT não válido, variável não encontrada.
Parâmetro errôneo: A
Linha: 36

```

Fonte: Silveira (2010).

Para que seja finalizado um exercício no Matvox o comando usado é o *\END*; Para finalizar um cálculo o cursor tem que estar posicionado em uma das linhas do programa, as linhas têm que estar entre o *\BEGIN*; e o *\END*; em seguida posicione o cursor em uma das linhas do programa e pressione a tecla *control f10* e depois a tecla *f2*. O programa será executado e o resultado vai aparecer por baixo do comando *\END*;

Por exemplo na figura 3 mostra-nos o resultado da raiz quadrada de nove, podemos ver que por baixo ou no final do comando *END* temos o resultado da expressão.

Figura 3– Matvox.

```

\BEGIN;
r=SQR(9);
\VARRESULT{r};
\END;

R = 3

```

Fonte: Silveira (2010)

3.3 Descrição da elaboração da pesquisa e teste dos softwares

Depois da etapa do levantamento de aplicativos que ajudam o deficiente visual a realizar cálculo matemático, foi feito teste de como os aplicativos funcionam, sabendo que os aplicativos são desenvolvidos para auxiliar as pessoas com deficiência visual a realizar cálculo então esses testes foram feitos com pessoa que possuem deficiência visual.

Foi mostrado para a pessoa com deficiência visual os softwares existentes. Ela informou que conhecia o Soroban, mas não o utilizava porque os seus cálculos são feitos usando a linguagem Braille e nem todos os professores têm domínio desta linguagem.

O Dosvox também já conhecia só que o Dosvox como o Soroban são aplicativos que servem apenas para realizar cálculos básicos como as quatro operações divisão, multiplicação, soma e subtração. Com o Dosvox também pode-se achar a raiz quadrada, porém esses aplicativos não ajudam na realização de cálculos mais complexos.

Quando foi perguntada se conhecia o aplicativo Matvox ela disse que já ouviu falar, mas nunca tinha usado o mesmo. Com essas informações foi mostrado de como o aplicativo Matvox funciona e foi feito teste com a deficiente visual.

O teste foi feito em uma das salas de estudo em grupo da UNESC, como o software já estava instalado no computador foi explicado a ela como ele funciona, com o computador o usuário com deficiência visual fazia os testes, tendo em conta a explicação de como funciona o aplicativo Matvox.

No sistema Dosvox foi mais fácil levando em conta que o usuário já conhecia o funcionamento do mesmo. O Soroban foi o único que não foi testado devido o entendimento da linguagem Braille, pois a única que entendia esta linguagem era o usuário com deficiência visual.

3.4 Proposta do método para realizar cálculo

Com os testes todos feitos e os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento deste artigo, notou-se que existe uma extrema carência de softwares que ajudam o deficiente visual a fazer as suas resoluções matemáticas nas disciplinas de cálculo.

Com a carência dos softwares dificulta os deficientes visuais na aprendizagem das disciplinas que o seu conteúdo baseia-se mais em cálculo focando na área da ciência exata, pelo fato de seus cálculos serem mais complexos.

Os softwares existentes funcionam como uma calculadora. Tendo em conta o ponto de vista do deficiente visual, esses aplicativos são importantes quando se deseja saber o resultado de uma conta, mas não ajudam totalmente na realização de cálculo, isso torna o deficiente visual dependente do professor como de um colega ou de outra pessoa auxiliar que enxergue para que possa ajudar a realizar os exercícios.

Partindo deste estudo, percebe-se a importância de melhorar os aplicativos que servem para resolução de contas (calculadora) assim como o melhoramento das aulas de cálculo acerca da elaboração e resolução de exercícios entre professor e aluno.

Como aplicativos que permitem o deficiente visual a fazer cálculo complexo em uma calculadora já existem, pensou-se a cerca dos exercícios e provas dadas em sala de aula, de como o deficiente visual haveria de ter acesso a eles.

Visto que existem barreiras de como o professor vai transmitir a matéria para o aluno e de como o aluno vai entender o professor.

Foi então que por meio de um documento do Word como nos mostra a figura 4. Foi elaborados exercícios e testado com o software leitor de tela NVDA. Com a elaboração dos exercícios notou-se que o leitor de tela não lê todos os símbolos matemáticos. Os símbolos que o leitor de tela não consegue ler foram

elaborados de forma escrita e os outros, tanto símbolos como números foram escritos normalmente.

Figura 4–Exercícios matemáticos

1-Determine o valor das seguintes integrais definidas

a) Integral $(6 \text{ euler}^x - \text{sen } x \text{ sobre } \text{coss}^2 x + 8 \text{ sobre } x^9) dx =$

b) Integral $(x + 1) (x^2 - x + 1) dx =$

c) Integral de $8x^4 - 9x^3 + 6x^2 - 2x + 1$ toda expressão sobre $x^2 dx =$

2-Calcular os limites dos exercícios abaixo, usando as propriedades de limites:

a) Limite de x quando tende a 3 $(3x^2 - 7x + 2)$

b) Limite de x quando tende a 1 $x^2 - 1$ sobre $x - 1$

c) Limite de x quando tende a raiz de 2 $3x^2 - x$ sobre $3x$

3- Calcular as seguintes derivadas

a) F de $x = 10 (3x^2 + 7x + 3) 10$

b) F de $x =$ a raiz cúbica $(3x^2 + 6x - 2)$ elevado a 2

c) F de x igual $\text{sen}^3 (3x^2 + 6x) =$

Fonte: do Autor

Com a elaboração destes exercícios notou-se que o professor teria que elaborar sempre dois conteúdos ou duas provas e tornaria isso muito cansativo para o professor, visto que as disciplinas de cálculos possuem muitos exercícios e ficaria muito trabalhoso elaborar vários por meio de escrita e ainda tinha que usar o leitor de tela para avaliar se está acessível ou não.

Foi então que pensou-se em propor requisitos de um software que auxilia-se o deficiente visual na realização de cálculos matemáticos. Uma das ideias é que o software permitirá com que o deficiente visual realiza os seus exercícios ouvindo o que ele está fazendo por meio de áudio. O software tem que ser didático de forma que seja intuitivo tanto para pessoas com deficiência visual como para pessoas que não possuem essa deficiência.

Com os estudos feitos em relação os softwares já existentes e os leitores de tela, o software para realizar cálculo poderá ser gratuito e de código aberto, de forma a possibilitar que todos os usuários tenham acesso a ele e que outros desenvolvedores melhorassem o mesmo.

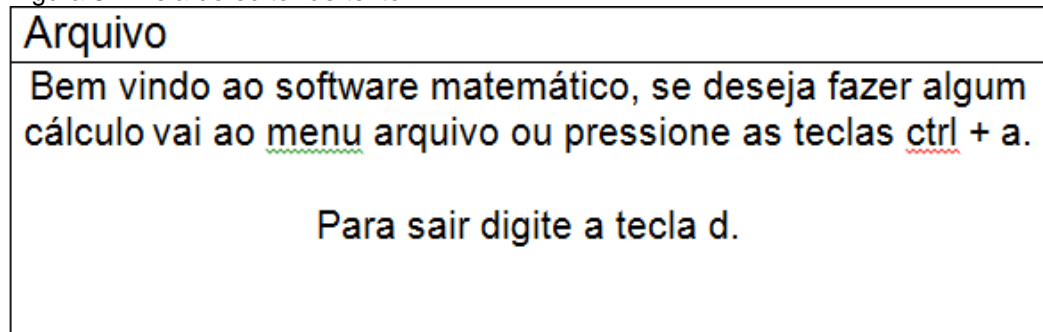
O desenvolvedor do software em questão deverá disponibilizá-lo na Internet de forma que todos os usuários possam baixar em suas máquinas. Depois de instalado já não haverá a necessidade dele ser utilizado com a ligação de uma rede.

O software ficará na máquina do usuário até ele achar necessário. Ele também possuirá o seu código aberto para possíveis alterações caso alguém desejar melhorá-lo.

No software haverá um editor de texto que servirá tanto para expressões matemáticas como para escrita do enunciado do exercício, o editor de texto poderá se chamar de Arquivo como nós mostra a figura 5. Clicando no menu arquivo

aparecerá todas as funções do software, essas funções permitirá com que o usuário realize os exercícios.

Figura 5 – Tela do editor de texto



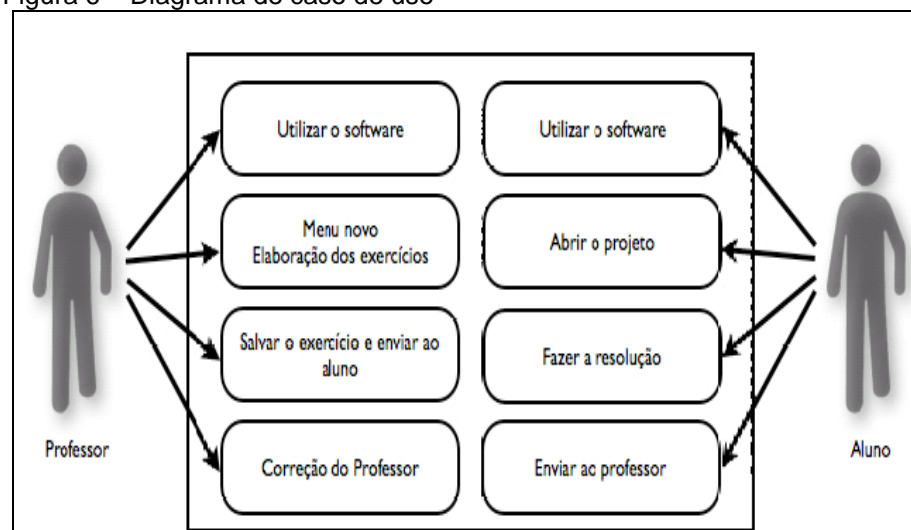
Fonte: Do Autor

Para o professor ter acesso a ele deverá ter o software instalado em sua máquina, e os exercícios abrirão normalmente.

No editor de texto haverá opção de acordo as teclas do teclado, por exemplo, *ctrl + w* possibilitará a abertura do menu que contem os símbolos matemáticos. O software transmitirá as informações em áudio e haverá uma opção de desligar o áudio caso o software seja utilizado por pessoa que não possui deficiência visual.

No diagrama da figura 6 pode-se notar como será a interação entre o aluno e o professor. Primeiramente tanto o professor como o aluno devem ter o software instalado em suas máquinas, em seguida o professor irá elaborar os exercícios e enviar pelo aluno, o envio pode ser de varias formas como usando os dispositivos moveis ou por e-mail, em seguida o aluno recebe os exercícios e abre em seu computador para resolvê-los e posteriormente enviar ao professor.

Figura 6 – Diagrama de caso de uso



Fonte: Do Autor

Quando o usuário acessar o menu arquivo ele abrirá um editor de texto como nos mostra a figura 7 e nesse editor vai conter os menus novo, salvar, símbolos matemáticos, expressões matemáticas, áudio, calculadora e ajuda. O menu novo será onde o usuário realizará os seus exercícios ou caso ele pretende abrir uma nova página.

O menu salvar será utilizado para salvar os arquivos em um dispositivo móvel ou no próprio computador. O áudio dará a opção em retirar o som tendo em vista que não vai ser usado somente por pessoas que possuem deficiência visual. Os menus do símbolo matemático e o de expressões matemáticas servem para o auxílio do usuário.

O menu calculadora servirá para o usuário fazer os seus cálculos permitindo que ele não use outro software para o auxílio de cálculo (calculadora). Nele o usuário poderá fazer cálculos tanto simples como complexos.

Por último temos o menu ajuda que terá a função de descrever ao usuário em que ponto está o cursor do computador.

Figura 7 – Tela do editor de texto

Novo	Salvar	Abrir Projeto	Símbolos Matemáticos	Expressões Matemáticas	Áudio	Calculadora	Ajuda

Fonte: Do Autor

Como os deficientes visuais baseiam-se muito na utilização do teclado, o software será programado de forma que os menus possuam teclas definidas para acessar eles. Para salvar pode-se usar as teclas *ctrl + s*, e para o menu novo *ctrl + n* assim em diante.

Quando o usuário acessar a página do software poderá aparecer informações de bem vindo do software em forma de áudio. O software deverá ter um manual disponível na internet ensinando de como ele funciona, para que o deficiente visual possa adquirir conhecimento para manejá-lo.

Este manual que serve não só para o deficiente visual, deverá constar as informações de como instalar ele na máquina, como inserir os números e letras, quais as opções no teclado para poder ter uma nova página e salvar um documento, inserir símbolos, formulas e expressões matemáticas.

3.4 RESULTADOS OBTIDOS

Dentre os três aplicativos focados neste trabalho que são o Soroban o Dosvox e o Matvox, só o Matvox é que faz às duas funções que é a realização de cálculo básicos e complexo, o Soroban e o Dosvox só realizam cálculos básicos.

E esses aplicativos são calculadoras e não possibilitam a elaboração de exercícios. Com esses aplicativos foram feitos teste com o deficiente visual.

No final dos testes o usuário relatou que o Dosvox ajuda na elaboração de cálculo sendo um software de fácil manuseio, o problema é que ele só ajuda na realização de cálculos básicos e isso torna um impedimento quando o deficiente visual se depara com cálculos complexos.

Já o conceito que o deficiente visual teve do Matvox é que ele é um aplicativo que funciona muito bem como uma calculadora e que vai ajudar bastante o deficiente visual a realizar cálculos complexos. Porém o aplicativo não é de fácil manuseio, existem muitos espaços para poder fazer um cálculo e que poderia ser mais simples, ela realçou que deve ser a complexidade que existe na criação de

aplicativos como este, que possibilita a realização de cálculos complexos e como essa já é a segunda versão do aplicativo quem sabe tendo pessoas interessadas nesta área não vão melhorar para que ele seja menos complexo.

Como é possível realizar cálculo tanto básico como complexo então pensou-se em uma forma de ajudar o deficiente visual a ter as suas aulas de cálculo acessíveis. Com isso elaborou-se exercícios no Word e no *equation do Word*.

No *equation do Word* não foi possível porque o *equation do Word* o leitor de tela reconhece como imagem.

Então elaborou-se os exercícios somente no Word, os exemplos elaborados foram de forma escrita (letras) e de forma numérica, isso porque o leitor de tela não lê todos os símbolos matemáticos.

Porém o professor fica em desvantagem por ter que elaborar uma prova e passar os exercícios por todas essas fases.

Então sugeriu-se a elaboração de um requisito, neste requisito foi elaborado ideais de como seria um software que possibilita-se o deficiente visual a realizar os seus exercícios de cálculos.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os testes feitos em aplicativos que possibilitam o deficiente visual a realizar cálculo o usuário com deficiência visual realçou que o Dosvox é fácil de usar, porém ele só realiza cálculos básicos, e o Matvox que realiza cálculo complexo não é muito fácil em usá-lo, mas vai ajudar bastante na realização de cálculos complexos.

A cerca dos aplicativos desenvolvidos para a resolução de cálculo, na verdade o que existe no mercado são aplicativos que funcionam como uma calculadora e a maioria só realizam cálculos básicos, o único encontrado nesta pesquisa que realiza cálculo complexo é o aplicativo Matvox, e mesmo assim os seus cálculos não são feitos de forma didática, tornando um pouco complexo para as pessoas que possuem deficiência visual.

A partir dos levantamentos teóricos e testes feitos em deficiente visual viu-se a necessidade da existência de um software que pudesse ajudar o deficiente visual a fazer as suas resoluções de cálculos. Com isso foram propostos requisitos para o desenvolvimento do software.

REFERÊNCIAS

ALVES, Manuel Filho. **A segunda geração do matvox**, 2012. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/522/segunda-gera%C3%A7%C3%A3o-do-matvox-0>>. Acesso em: 20 abr.2013.

COMPONENTES ESSENCIAIS DE ACESSIBILIDADE NA WEB, 2005. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 27 set. 2012.

DOSVOX. **Projeto Dosvox**, 2002. Disponível em:<<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>> Acesso em: 5 out.2012.

GODINHO, Francisco (Coord.). **Internet para necessidades especiais**. ed. Utad/Guia, 1999. Disponível em: <<http://www.acessibilidade.net/web/ine/livro.html>>. Acesso em: 6 set.2012.

BARBOSA, Luciane Maria Molina. **Matemática para deficientes visuais: nossa habilidade em resolver "problemas"**, 2010. Disponível em: <<http://www.brailu.com/2010/10/matematica-para-deficientes-visuais.html> >. Acesso em: 17 nov.2012.

MOLINA, Luciane. **Matemática para deficientes visuais: nossa habilidade em resolver problemas**, 2002. Disponível em:< <http://intervox.nce.ufrj.br/~brailu/matematica.html>>. Acesso em: 17 nov.2012.