

LILIAN MARQUES OHIRA

**IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS PARA USABILIDADE  
DE SOFTWARE ASSISTIVO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva

CURITIBA

2009

## AGRADECIMENTOS

Aproveito este momento para agradecer a todos que direta ou indiretamente guiaram meus passos neste longo caminho. Agradeço em primeiro lugar à Deus pela minha vida, saúde e pela paz de espírito de poder ter meus pensamentos acolhidos em todos os momentos que preciso. Em seguida, à minha família por ter, não só me incentivado e preparado para seguir em frente, mas por terem me dado suporte e desprendimento para lutar por meus sonhos. Agradeço ao meu orientador pela oportunidade, confiança e atenção dispendida ao longo do meu mestrado. Aos amigos que apoiaram e estiveram ao meu lado a comemorar minhas conquistas e a me aconselhar nas dificuldades. Por fim, ao mais especial dos amigos, meu namorado, meu mais sincero obrigado.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos . . . . .	4
1.2 Motivação . . . . .	5
1.3 Trabalhos relacionados . . . . .	5
<b>2 DIRETRIZES PARA USABILIDADE DE SOFTWARE</b>	<b>10</b>
2.1 Terminologias relacionadas ao estudo . . . . .	12
2.2 Documentos relacionados para a identificação dos requisitos . . . . .	14
2.3 Classificação dos requisitos quanto ao design para todos . . . . .	16
2.3.1 Seleção de requisitos ergonômicos para usabilidade de software de acessibilidade . . . . .	16
<b>3 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ADAPTAÇÕES PARA USABILIDADE</b>	<b>28</b>
3.1 Elaboração do instrumento de coleta de dados . . . . .	29
3.2 Questionário . . . . .	31
3.3 Aplicações e restrições do questionário . . . . .	32
<b>4 INCLUSÃO DIGITAL: FERRAMENTAS ASSISTIVAS</b>	<b>35</b>
4.1 Ferramentas assistivas . . . . .	35
4.2 Deficiência física . . . . .	36
4.3 Ferramentas para pessoas com Deficiências Sensoriais . . . . .	38
4.3.1 Deficiência auditivaoral . . . . .	38
4.3.2 Deficiência visual . . . . .	39
4.4 Ferramentas para pessoas com Deficiência Mental . . . . .	41
4.4.1 Deficiências cognitivas/da linguagem melhor conhecida por Déficit Intelectual/Distúrbios da Linguagem . . . . .	41
4.4.2 Distúrbios de apreensão . . . . .	42
4.5 Sites com conteúdos informativos e ferramentas associadas a deficiências . . . . .	42
<b>5 DEFICIÊNCIAS ABORDADAS PELO TRABALHO E FERRAMEN- TAS SELECIONADAS</b>	<b>44</b>
5.1 Deficiência auditiva . . . . .	44
5.2 Deficiência visual . . . . .	45
5.3 Ferramentas assistivas selecionadas para o teste . . . . .	46
<b>6 TESTE PILOTO</b>	<b>48</b>
6.1 Amostra de participantes do teste . . . . .	48
6.2 Ambiente de teste . . . . .	48
6.3 Procedimento de coleta e armazenamento . . . . .	49
6.4 Procedimento de análise e qualificação de dados . . . . .	50

6.5	Resultados coletados no teste . . . . .	51
6.6	Processo de adaptação . . . . .	52
<b>7</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>54</b>
7.1	Validação do método aplicado ao desenvolvimento de software . . . . .	54
7.2	Metodologia de desenvolvimento orientada pelos requisitos para usabilidade	55
7.3	Amostra de participantes do teste . . . . .	57
7.4	Ambiente de teste . . . . .	58
7.5	Procedimento de coleta e armazenamento . . . . .	58
7.6	Procedimento de análise e qualificação de dados . . . . .	59
7.7	Resultados coletados no teste . . . . .	60
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>62</b>
8.1	Considerações finais . . . . .	62
8.2	Dificuldades e restrições da pesquisa . . . . .	63
8.3	Contribuições do trabalho . . . . .	65
8.4	Trabalhos futuros . . . . .	65
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>94</b>

## RESUMO

O presente trabalho busca disponibilizar um referencial teórico de apoio ao desenvolvimento, avaliação e adequação de recursos computacionais a usabilidade, com enfoque em software assistivos.

Identificou-se com base em pesquisas com conteúdo relacionado, abrangendo guias, diretrizes e normas para usabilidade e acessibilidade de software, uma relação dos principais requisitos que devem ser considerados durante o desenvolvimento de recursos computacionais para que estes sejam de fato usáveis.

A identificação desses requisitos foi realizada por meio de dois critérios de seleção: repetitividade e autonomia proporcionada. Neste processo foi analisada a quantidade de vezes que um mesmo requisito era apresentado por diferentes documentos e em cada um desses requisitos, o grau de independência, proporcionada ao usuário com sua aplicação.

Após finalizada a seleção dos principais requisitos para usabilidade de software, estes foram relacionados constituindo um questionário. O questionário foi desenvolvido com base em formulários de avaliação de usabilidade existentes atualmente na rede mundial de computadores. Esta associação foi realizada de modo que se pudesse fornecer ao programador, não somente um guia a ser considerado para usabilidade de software durante a fase de desenvolvimento, mas um método de avaliação pós desenvolvimento que permita a identificação de pontos falhos a serem adaptados para melhorar a usabilidade de um produto final.

Com intuito de validar o presente trabalho, o questionário desenvolvido foi aplicado a duas ferramentas assistivas, um ampliador de telas e um jogo de tabuadas em LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). Após essa validação, foram realizadas adaptações e uma versão final do questionário foi desenvolvida e disponibilizada de forma *on-line* na página do grupo IMAGO ([www.imago.ufpr.br](http://www.imago.ufpr.br)), juntamente com as ferramentas assistivas utilizadas nos experimentos.

## ABSTRACT

The main goal of this work is to provide a theoretical basis to support the development, evaluation and adjustment of computational resources through usability aspects, focused on assistive technologies.

Based on our research findings regarding evaluation of usability and accessibility guides and norms, we identified a set of the most important requirements to be considered when developing computational resources so that they might be effectively usable.

The requirements were selected considering two aspects: repetitiveness, representing how many times a same requirement was presented through the evaluation of the documents; and autonomy support. After the selection process was finished, the requirements were related to a questionnaire. The questionnaire was developed on the basis of the usability questionnaires available at the Internet.

This association was made to provide guidance for software developers and an evaluation method after-development which allows the identification of inadequate aspects of usability.

The developed questionnaire was applied on two assistive software, a screen magnifier and a mathematics game in LIBRAS (Brazilian sign language) to validate the proposed approach. After the evaluation, adjustments were made and a final version of the questionnaire was made available online at the IMAGO Group website ([www.imago.ufpr.br](http://www.imago.ufpr.br)), as well as the evaluated assistive software.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

A história do movimento das pessoas com deficiência, quanto a conquista e defesa de direitos, é bem recente no Brasil, onde somente no final do século XX, por volta da década de 80, observa-se um movimento de integração social desses indivíduos em ambientes de ensino regular.

Cabe ressaltar que a partir deste movimento de integração, importantes estudos na área de educação especial passam a ser realizados e discutidos. Em Stainback [48], por exemplo, os autores apontam que alunos com níveis diferentes de deficiência se desenvolvem melhor em ambientes integrados vivenciando experiências e apoio educacional adequado, do que quando segregados.

Alguns exemplos de conquistas iniciais alcançadas pelos deficientes na luta pela integração e educação especial, segundo os autores Jannuzzi [15], Bueno [11] e Mazzota [28], foi a criação do Instituto dos Meninos Cegos, atual Instituto Benjamin Constant em 1854, e do Instituto dos Surdos-Mudos, atual Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES), em 1857, ambos no Rio de Janeiro, por iniciativa do governo Imperial e o Asilo dos Inválidos da Pátria.

A luta por direitos do movimento de integração porém, somente se destacou, nacionalmente, a partir dos anos 80, quando foram organizados congressos, atos e encontros de modo a se expor publicamente suas opiniões e reivindicação de direitos, de acordo com Miranda [29].

De acordo com a ONU, foi proclamado em 1981 o ano internacional dos deficientes, que teve como objetivo acentuar a criação de planos de ação para enfatizar a igualdade de oportunidades, reabilitação e prevenção de deficiências. O lema do evento foi "participação e igualdade plenas". Como resultado surgiu o Programa Mundial de Ação para Pessoas com Deficiência, formulado pela assembléia geral das nações unidas em dezembro de 1982. Desde 1998, o dia 3 de Dezembro é identificado pela ONU como Dia Internacional dos Deficientes.

É maior a quantidade de referências existentes na proteção de direitos quanto a educação, uma vez que este constitui uma das mais efetivas das necessidades para a verdadeira inclusão de indivíduos a sociedade.

Esses direitos, todavia, só foram incluídos na Constituição Federal oito anos depois, em 1988, através do artigo 208, o qual estabelece a integração escolar como preceito constitucional, recomendando o atendimento a indivíduos que apresentam deficiência, com preferência na rede regular de ensino. Com o intuito de reforçar a obrigação do país na promoção da educação, é publicada, em dezembro de 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9.394/96.

Com o acesso educacional, as pessoas com deficiência assumem uma posição diferente, agregando oportunidades, direitos e deveres anteriormente não aplicáveis a sua condição de segregados e inativos. Entretanto, apesar de já haverem assegurado muitas conquistas, as pessoas com deficiência continuam se esforçando para que seus direitos possam ser exercidos em plenitude.

Segundo a Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes <sup>1</sup>, é considerado deficiente,

---

<sup>1</sup>Disponível em <http://portal.mec.gov.br>

qualquer pessoa incapaz de assegurar por si mesma, necessidades de uma vida normal em decorrência de uma deficiência em suas capacidades físicas ou mentais. Esta definição por sua vez, possui grande semelhança com a definição dada pelo artigo 3º do Decreto nº 914 de 6 de Setembro de 1993, que caracteriza como deficiente a pessoa com perdas que gerem incapacidade para atividades consideradas normais para o ser humano.

Já a Classificação Internacional de Funcionalidades, Incapacidade e Saúde (CIF), define funcionalidade e incapacidade em relação às condições de saúde, onde identifica o que um indivíduo pode ou não pode fazer na sua vida diária. Essa classificação leva em consideração as funções dos órgãos ou sistemas e estruturas do corpo, assim como as limitações de atividades e da participação social no meio ambiente onde vive o indivíduo. Em linhas gerais, na CIF, funcionalidade diz respeito ao aspecto positivo e incapacidade ao aspecto negativo, consequência da disfunção orgânica ou da estrutura, gerando limitações de atividades, restrições quanto à participação social e barreiras de desenvolvimento em relação à fatores ambientais.

O *Trace Center* da Universidade de Winsconsin nos EUA, com o documento *Guias de Design de Softwares: Deficiências*, apresenta uma distinção de tipos de deficiência, classificando-as em cinco tipos: visual, auditiva, física, cognitiva ou de linguagem e de distúrbios de apreensão (esta deficiência afeta a continuidade de movimento e percepção disparada por situações particulares como alterações rápidas de flashes de luz) . Esta mesma distinção é utilizada também por Salvendy [39].

Segundo Sasaki [43], tem havido no Brasil, tentativas de difusão de terminologias corretas na abordagem da deficiência de modo a se desencorajar atos discriminatórios, permitindo a construção de uma sociedade de fato inclusiva. Sasaki [43] também apresenta diversas terminologias a serem utilizadas quando direcionado o assunto a este contexto, por exemplo, a necessidade em se utilizar os termos indivíduo sem deficiência ou não-deficiente, substituindo criança normal ou pessoa normal; ou o uso de pessoas com deficiência ao invés de termos como incapacitado ou inválido.

As autoras Santarosa e Passerino [40] adotaram uma metodologia na qual buscam substituir o termo, deficiente, por Pessoa com Necessidades Especiais (PNE), englobando as pessoas que precisam de algum apoio ou suporte externo para se desenvolver com autonomia. Com essa visão, as autoras buscam integrar a concepção da variabilidade da condição de deficiente, de permanente a transitório, abandonando a visão de adaptar a pessoa para viver na sociedade à visão de adaptar a sociedade para incluir e superar necessidades.

Com base nesta abordagem, dada a necessidade de se projetar estruturas que atendam às pessoas com necessidades especiais, respeitando a heterogeneidade, diferenças e necessidades individuais de cada um, surge o termo acessibilidade. Segundo a Lei nº 10.098/94, acessibilidade é a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, sistemas e meios de comunicação por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.

No trabalho de Bergman e Johnson [5], a acessibilidade é caracterizada como a remoção de barreiras, para que pessoas com deficiência possam participar substancialmente de atividades diárias, incluindo a utilização de serviços, produtos, e informação.

De acordo com Dias [17], a acessibilidade é apresentada em termos de flexibilidade do produto de modo a se atender necessidades e preferências de um maior número de pessoas, e ainda é ressaltado que o produto deve ser compatível com tecnologias assistivas, viabilizando sua adaptabilidade de acordo com as necessidades dos usuários, independente do grau e nível dessa necessidade. Neste contexto, será utilizado no presente trabalho

o termo ferramenta assistiva, compreendendo recurso(s) tecnológico(s) específico(s) de assistência a pessoas com determinada(s) limitação(ões).

Um termo que é diversas vezes confundido com a acessibilidade é a usabilidade. A usabilidade é definida pela ISO 9241 como sendo a medida na qual um produto pode ser usado por um determinado perfil de usuário para alcançar objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso. Segundo as definições dadas no documento, a eficácia diz respeito a acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos. A eficiência representa os recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos. Já a satisfação, relaciona o conforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto, e por fim o contexto de uso que compreende os usuários, tarefas, equipamentos, e o ambiente físico e social no qual um produto será usado.

De acordo com Wiklund [52], muitas pessoas acreditam que a usabilidade de um produto acontece ocasionalmente, e não compreendem que a usabilidade pode ser intencionalmente projetada em um produto. O autor conclui que se um produto objetiva alcançar um alto nível de usabilidade, seu desenvolvimento deve considerar uma abordagem direcionada a interface com o usuário, ou seja, aos elementos com os quais o usuário virá a interagir com o produto.

Segundo Nielsen [31], a usabilidade interfere diretamente nos aspectos com os quais o usuário interage com um sistema, e deve ser medida levando em consideração determinados usuários executando determinadas tarefas. O autor considera cinco tarefas para auxiliar a avaliação e medição da usabilidade. São elas: aprendizagem; eficiência no aprendizado; memorização; erros e satisfação do usuário na utilização do sistema.

A aplicação de conceitos que buscam considerar a usabilidade, fazem com que consequentemente este produto alcance maior aspecto de interatividade com o usuário, ou seja, permitem identificar as barreiras para o acesso a informação e busca recursos para ultrapassá-las.

A usabilidade e a acessibilidade diferenciam-se por sua abrangência. O termo acessibilidade diz respeito a adaptação recursos de modo a facilitar o acesso a estes, por pessoas com necessidades especiais. Já a usabilidade trata da capacidade do produto ser usável em contextos específicos, onde pode-se inclusive ser aplicada na questão acessibilidade enfocando o uso deste produto por pessoas com necessidades especiais.

Diante do processo de adaptação da sociedade para com os indivíduos com necessidades especiais, surge o contexto ferramentas de acessibilidade. Estas podem ser caracterizadas como artefatos mediadores da atividade humana que buscam oferecer recursos para facilitar o uso de computadores por pessoas com necessidades especiais, de forma a assegurar que essas pessoas possam se desenvolver com maior autonomia.

Pode-se considerar com base nos conceitos apresentados que a acessibilidade é dada em termos de abrangência, ou seja, para que uma ferramenta seja acessível, ela deve ser usável por pessoas com qualquer tipo de deficiência. Dessa maneira, deve-se atender ao mesmo tempo pessoas com diferentes tipos de limitações.

Diversas outras necessidades de adequação social, como as ferramentas de acessibilidade, surgiram para auxiliar o processo de inclusão. Estas fizeram com que a normalização para acessibilidade se tornasse um passo importante para servir de referência, regulamentar, padronizar e assegurar direitos e deveres desse novo perfil de usuário.

Dentre os órgãos que trabalham o processo de normalização para acessibilidade, encontra-se a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), em conjunto com o Comitê Brasileiro de Acessibilidade. Formada por 3 comissões, meios e edificações,

transporte e comunicação, a ABNT é responsável por traduzir as normas técnicas internacionais geradas pela *International Standards Organization* (ISO), ligadas à Organização das Nações Unidas (ONU).

Como o enfoque deste trabalho é a acessibilidade quanto a recursos computacionais, a comissão de interesse da ABNT a ser abordada posteriormente, dentre as aqui apresentadas, é a de comunicação. Esta abrange normas para qualidade de software e ergonomia para trabalhos com computadores.

Em linhas gerais o presente trabalho apresenta uma discussão aprofundada sobre principais normas, guias, diretrizes e recomendações existentes sobre acessibilidade, usabilidade e ergonomia de software; e introduz uma metodologia para avaliação de requisitos ergonômicos para usabilidade que pode ser utilizada como referência no desenvolvimento e melhoria de software assistivos.

Desta forma, espera-se contribuir na consolidação das ações e pesquisas na área de desenvolvimento de ferramentas assistivas e incentivar a adoção de requisitos ergonômicos para usabilidade no desenvolvimento de software; buscando principalmente ampliar a inclusão digital de pessoas com necessidades especiais.

## 1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal o estudo de requisitos para usabilidade de recursos computacionais, com ênfase em ferramentas assistivas, de modo a se definir um conjunto de requisitos que auxiliem no processo de avaliação, adaptação e construção de software para que estes possam ser utilizados por uma maior quantidade de pessoas (com ou sem limitações) com eficácia, eficiência e satisfação.

Dentre os objetivos específicos a serem alcançadas ao longo deste trabalho estão:

- Estudar as terminologias relacionadas a deficiência, acessibilidade, usabilidade, bem como conteúdos voltados a software assistivo, de forma a produzir um documento que possa ser usado como referência ao assunto.
- Estudar e relacionar requisitos para usabilidade de software assistivo;
- Realizar um levantamento de ferramentas assistivas disponíveis atualmente, discutindo suas principais características;
- Elaborar um instrumento para a coleta de dados (questionário) que permita validar os requisitos relacionados pela pesquisa;
- Avaliar ferramentas assistivas utilizando-se do método (questionário) desenvolvido.
- Disponibilizar o método (questionário) desenvolvido online de modo a facilitar o acesso e a divulgação da pesquisa.

De modo a se alcançar o objetivo principal do trabalho, as terminologias propostas serão estudadas, os principais requisitos para usabilidade serão relacionados, as ferramentas assistivas disponíveis serão levantadas, onde duas dentre elas serão selecionadas para validação do instrumento de coleta de dados elaborado pela pesquisa.

## 1.2 Motivação

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho está relacionada a um projeto de pesquisa colaborativa do grupo IMAGO da UFPR e da Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Uma das demandas deste projeto foi um levantamento de informações referentes às necessidades atuais quanto ao desenvolvimento de ferramentas assistivas.

Neste projeto foram desenvolvidas duas ferramentas, uma chamada VPM Counter e a outra BPM Counter para pessoas com deficiência auditiva, a ser abordado no Capítulo 4. Durante o projeto das ferramentas, verificou-se a necessidade de contemplar requisitos que proovessem características que permitissem torná-las mais usáveis.

Com isso, este trabalho foi iniciado com o intuito de disponibilizar estudos e referências para a construção e avaliação da usabilidade de ferramentas assistivas.

Como resultado, busca-se com este trabalho disponibilizar um estudo que forneça subsídios e identifique diretrizes para a construção e ou adaptação de ferramentas assistivas para que se tornem mais usáveis.

## 1.3 Trabalhos relacionados

Além dos documentos citados no capítulo 2, buscou-se também identificar trabalhos relacionados ao processo de identificação de requisitos para usabilidade e acessibilidade de software complementando o conteúdo relacionado.

Constatou-se com esta abordagem, alguns autores como: Harrison [22], Kato e Hori [24] e Murphy [30], os quais identificam uma relação de requisitos a serem aplicados a um perfil de usuário com necessidades especiais. No caso de Murphy [30], trata-se da conscientização quanto à necessidade da presença de determinados requisitos à pessoas com deficiência visual, onde o autor considera também que seu trabalho beneficiará pessoas com deficiências cognitivas.

Os autores Kato e Hori [24] por sua vez, abordam requisitos para o design universal da informação, tratando sua melhor percepção exclusivamente por pessoas com deficiência cognitivas. Outros trabalhos, como o de Reed *et al.* [37] provém referências amplas abordando guias de design para software assistivo enfocando a interação via voz.

Trabalhos como o de Godinho *et al.* [20], buscam identificar os principais requisitos de ergonomia para acessibilidade, objetivando propiciar melhorias nas condições de trabalho de pessoas com deficiência. Neste trabalho, os autores investigam documentos como a ISO/TS 16071 - Ergonomics of human-system interaction - Guidance on accessibility for human-computer interfaces, o CEN/CENELEC Guide 6 - Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities, a Proposta de Norma UNE 139802:2003 Requisitos de Accesibilidad al Ordenador Software, a Proposta de Norma prNP 4430:2003 Informática para a saúde - Aplicações informáticas para pessoas incapacitadas - Requisitos de acessibilidade das plataformas informáticas - Suporte lógico, o Nordic Guidelines for Computer Accessibility.

Outros documentos importantes relacionados a presente pesquisa estão: Nordic Cooperation on Disability 1998, as Guias de Acessibilidade do W3C/WAI<sup>2</sup>, as Normas de Acessibilidade na Informática e Compreender a Baixa Visão do Ministério da Educação.

Outro trabalho relacionado foi desenvolvido por Johnson e Bergman [5], no qual abordam o contexto acessibilidade e o design universal para prover melhor interação homem-

---

<sup>2</sup>Disponível em <http://www.w3.org/wai>

máquina, são apresentadas separadamente soluções associadas às deficiências, bem como guias gerais de Design com recomendações para desenvolvimento. Segundo os autores, o artigo busca melhorar a visão sobre a natureza das necessidades, e estimular o interesse em pesquisa e implementação de sistemas que permitam acesso à tecnologias da informação por pessoas com deficiência.

Todos os trabalhos relacionados a este contexto, contribuem para orientação e identificação quanto à alguns dos aspectos que deveriam ser considerados na busca pelo provimento da acessibilidade em recursos computacionais. Diferenciam-se porém deste trabalho, no aspecto abrangência, visto que esta pesquisa aborda uma gama de documentos de relevância que atuam mundialmente na usabilidade do software por pessoas com necessidades especiais.

De acordo com Small *et al.* [47] as guias para acessibilidade na web existentes atualmente não satisfazem suficientemente pessoas com necessidades especiais cognitivas. Ainda segundo os autores, existe um grande número de guias para usabilidade e acessibilidade disponíveis para web designers, porém, poucas delas foram publicadas, empiricamente baseados em critérios cognitivos para conteúdos de navegação web.

Rowan *et al.* [38] ressalta em seu trabalho a inexistência e necessidade de um método de avaliação de acessibilidade padrão para conteúdos web. Neste trabalho é proposto uma combinação de diversos métodos já existentes, aplicação de avaliadores de interface e de código na linguagem HTML em conjunto com uma avaliação manual de aspectos que não são identificados através de guias de acessibilidade, onde por fim confirma os resultados positivos obtidos com seu pacote de avaliação.

Ivory *et al.* [23] pesquisaram 132 métodos de avaliação automatizadas de interfaces. Do todo estudado, 75 eram aplicados a interfaces chamadas WIMP, ou seja, interface gráfica padrão para aplicativos compostas de Windows, Ícones, Menus e uso de *Pointing device*, e 57 a interfaces *Web*. Dos 132 métodos estudados, apenas 29 poderiam ser aplicados tanto para interfaces WIMP como *Web*. Os métodos de avaliação de interface automatizados em geral, provém recursos para avaliação da fase de Captura e Análise, porém, ficam incontestavelmente restritos no quesito Críticas (sugestões de correção quanto às falhas encontradas). Apenas um dos métodos citados pelos autores, o *Guideline Review*, compõe este último recurso. O método *Guideline Review* detecta e reporta automaticamente violações de usabilidade encontrados. Fazendo sugestões para que tais falhas sejam contidas.

A identificação de requisitos realizada neste trabalho atua nesta linha de avaliação, como no *Guideline review*. Os requisitos que servem de suporte para visualização de adaptações necessárias foram identificados com base nos seguintes critérios de seleção: a repetitividade e a autonomia proporcionada.

A repetitividade diz respeito a ênfase de um determinado requisito, ou seja, quando este é citado por mais de um autor. Já a autonomia está diretamente ligada ao provimento de independência na interação do usuário com a ferramenta, aspecto este avaliado individualmente a cada novo requisito.

Os requisitos selecionados juntamente com as características e sub-características de qualidade de software identificados pela ISO 9126, foram abordados por um questionário, como será apresentado no Capítulo 3. O objetivo do desenvolvimento deste questionário foi viabilizar o processo de avaliação quanto a presença de tais requisitos nos software assistivo e prover parâmetros para sua adaptação.

Outra categoria de trabalhos relacionados explorados por este trabalho foi abrangendo a avaliação da usabilidade proporcionada pelos software existentes atualmente. Rieman

*et al.* [2] apresenta um método de avaliação de usabilidade através de um *walkthrough* cognitivo. Neste trabalho é proposto que a avaliação da usabilidade se inicie durante o processo de prototipação do software, onde o desenvolvedor deve gerar uma descrição geral do perfil e conhecimentos do usuário que manuseará o software. Depois disso, deve-se fazer uma descrição específica de uma ou mais tarefas a serem realizadas e de uma lista de ações corretivas para que as tarefas possam ser realizadas em conjunto com a avaliação da interface. Basicamente o *walkthrough* avalia cada passo realizado, gerando um histórico das ações corretas do usuário quando este seleciona uma opção correta dentre as possibilidades oferecidas.

Outro trabalho encontrado foi de Fox e Naidu [18] descreve um teste de usabilidade realizado em três redes de relacionamento disponíveis na *web* atualmente. O teste consiste na execução de uma lista de atividades disponibilizadas pelos *web*-sites por dez participantes. Ao final, os dez participantes respondem a uma avaliação relacionando a dificuldade que teve para realizar as atividades (variando de 1, muito fácil a 5, muito difícil). As respostas coletadas geram médias que fornecem um comparativo entre o nível de usabilidade dos *web*-sites. As conclusões do usuário relacionam 4 recomendações genéricas de como melhorar o uso de redes de relacionamento, são elas, o uso de terminologias familiares e consistentes, provimento de pequenas explicações ao usuário, provimento de realimentação (*feedback*) e melhor posicionamento de *links* na tela.

Seguindo a mesma metodologia abordada por Fox e Naidu [18], Schiessl *et al.* [44] apresenta a avaliação de dois ambientes virtuais. Participam dos testes 30 crianças com idades entre 4 e 12 anos. Durante o processo de interação das crianças com os software as ações tomadas são analisadas e gravadas. Por fim as questões relacionadas a performance dos participantes às atividades são pontuadas em escalas que vão de 1, relacionando atividades resolvidas sem problemas e 5 para atividades que necessitaram auxílio para serem finalizadas. Os resultados apresentados mostram o comparativo entre os dois ambientes, onde um deles é constatado mais usável em relação ao outro.

Os autores Dag *et al.* [33] apresentam a combinação de dois métodos para usabilidade de software, o uso de um questionário e uma avaliação heurística. Segundo os autores, esta combinação forneceria dados quantitativos e qualitativos respectivamente. O questionário selecionado foi o software usability measurement inventory (SUMI). Este questionário foi avaliado no capítulo 3 para embasamento do método de coleta de dados proposto no presente trabalho. Em linhas gerais, o método proposto para identificação de problemas de usabilidade no software testado foi a versão estendida de Nielsen [31]. O método consiste em se realizar a avaliação criteriosa da interface por um especialista, o comportamento por sua vez é comparado aos significados e propósitos de dez guias chamados heurísticos. Este relacionamento permite ao avaliador identificar quais aspectos de usabilidade devem ser melhorados.

O trabalho apresentado por Kwon *et al.* [25] apresenta a prática da avaliação da usabilidade baseado em cenários. Em seu trabalho ele relaciona duas ferramentas que foram desenvolvidas atuando neste contexto. É apresentado no trabalho que abordagens baseadas em cenários possuem limitações além de variar conforme o tipo de software avaliado. As ferramentas propostas buscam realizar uma abstração aprofundada dos cenários de modo que estes reflitam a estrutura funcional do software. A metodologia foi aplicada a um editor de textos apresentando resultados satisfatórios, onde por fim o autor apresenta a necessidade de realização de testes quanto a aplicabilidade do método para demais tipos de software, bem como o desenvolvimento de uma ferramenta que forneça suporte ao uso do método.

Por fim, foi apresentada pela ISO, a norma 13407, esta norma ainda que não consista um método de avaliação da usabilidade de software, apresenta guias para viabilizar o design centrado no usuário em sistemas computacionais. Tal abordagem visa melhorar as condições de trabalho e conseqüentemente performance e produtividade humana diante desta iteração (humano-computador). São apresentadas na norma 4 atividades necessárias para o desenvolvimento centrado no usuário, são elas: determinar o contexto de uso, as atividades a serem executadas, buscar soluções e testar se as soluções atenderam às necessidades especificadas inicialmente.

No trabalho desenvolvido por Bevan [1], é apresentado que as normas ISO 14598, que trata da qualidade de software em termos de engenharia, (esta norma não foi considerada neste trabalho pois aborda aspectos internos e não seu aspecto de usabilidade) e 9126 tratam da qualidade de software; e que a ISO 9241 da conceituação de usabilidade e do provimento de metodologias para avaliação deste aspecto no software. Porém que a aplicação da norma ISO 13407 é que apresenta os conceitos e ações necessárias para se alcançar a usabilidade que por sua vez acarreta em qualidade.

Com base nas definições apresentadas, a pesquisa deste trabalho foi desenvolvida de modo a integrar as informações apresentadas pelas normas ISO 14598, 9126 e 9241 colocando os indicadores de qualidade e usabilidade como requisitos para orientação ao desenvolvimento ou adaptação para usabilidade. Desta forma, os conceitos de usabilidade e qualidade de software podem guiar o desenvolvedor através do fluxo de atividades determinado pela norma ISO 13407, agregando-se ainda a esta metodologia o relacionamento de diversos outros aspectos importantes para usabilidade apresentados por outros autores, documentos, livros e guias associados ao contexto.

As quatro atividades apresentadas para viabilizar o desenvolvimento centrado no usuário propostas pela norma 13407 foram consideradas nesta pesquisa. É realizada a identificação do contexto de uso no momento em que o desenvolvedor especifica qual tipo de usuário o software assistivo que está sendo desenvolvido ou avaliado atende.

As atividades que devem ser desempenhadas são consideradas e avaliadas pelos requisitos de funcionalidade classificados e relacionados ao design universal apresentados neste trabalho. O próprio software assistivo consiste na solução identificada para atender as necessidades do usuário, a qual é validada quanto sua funcionalidade (requisitos específicos de orientação ou avaliação) e também julgada quanto sua pertinência segundo os requisitos relacionados às expectativas do usuário.

Os testes a que se refere a última atividade do desenvolvimento centrado no usuário, refletem a aplicação da metodologia de avaliação de usabilidade proposta por este trabalho no capítulo 3 atuando na avaliação quanto a conformidade do produto com os requisitos especificados inicialmente (funcionalidade - apresentada subjetivamente através dos requisitos) e usabilidade (obtida através da metodologia como um todo).

No capítulo 2, é apresentado um levantamento de normas, requisitos, documentos e trabalhos relacionados ao desenvolvimento da usabilidade de software. Ainda no Capítulo 2, é disposta uma relação de requisitos considerados essenciais para o desenvolvimento de software direcionados à pessoas com necessidades especiais. O Capítulo 3 relaciona uma metodologia de aplicação dos requisitos identificados, objetivando fornecer recursos para programadores adaptarem seus produtos e orientações que podem ser consideradas até mesmo no momento do desenvolvimento. O Capítulo 4 apresenta um levantamento sobre ferramentas assistivas existentes atualmente para o auxílio ao desenvolvimento de pessoas com necessidades especiais. No Capítulo 5, são apresentadas as ferramentas utilizadas nos experimentos realizados neste trabalho e uma aprofundada descrição das deficiências

às quais estas ferramentas atendem. O Capítulo 6 apresenta os experimentos realizados com estas ferramentas. No Capítulo 7, são apresentados os resultados obtidos nos experimentos e uma discussão quanto a validação do método desenvolvido para avaliação de requisitos de usabilidade em software assistivo. Por fim, no Capítulo 8, são apresentadas as considerações finais, as dificuldades e restrições encontradas no decorrer da pesquisa, bem como as contribuições e trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2

### DIRETRIZES PARA USABILIDADE DE SOFTWARE

Existem mundialmente diversas normas que buscam regulamentar a acessibilidade, definindo direitos e guias de proteção e orientação para a inclusão de pessoas com necessidades especiais na sociedade.

No contexto de normatização brasileira para acessibilidade de recursos computacionais, é possível citar o Decreto-Lei nº 349/93 de 1 de Outubro de 1993, que apresenta as prescrições mínimas de segurança e de saúde para o trabalho com equipamentos dotados de visor.

A Portaria nº 989/93 do Decreto-Lei nº 349/93 descreve as normas técnicas que incluem as características de ergonomia do software, ainda que bastante desatualizadas, face às normas internacionais sobre ergonomia de sistemas de informação. Os requisitos para ergonomia assegurados, ainda que proporcionem algum bem estar ao funcionário protegendo-o de possíveis desconfortos, permanecem superficiais e não atendem ao contexto de usabilidade.

Segundo informações apresentadas por Silva *et.al* [46], a Declaração de Cuenca, de 1981, apresenta os direitos da pessoa com necessidades especiais em relação à educação, à participação e plena igualdade de oportunidades, ressaltando que as incapacidades não podem transformar-se em impedimentos, onde deve haver capacitação de recursos humanos e de planos educacionais, bem como classificações funcionais, eliminação de barreiras e possibilidade de participação de pessoas impedidas nos processos de tomada de decisões a seu respeito.

Dentre outras legislações brasileiras relevantes apresentadas por Silva *et.al* [46] estão também o Estatuto da Criança e do Adolescente, 1990; a Declaração de Sunderberg, 1981, que objetiva assegurar que pessoas com necessidades especiais possam exercer seu direito fundamental de acesso à educação, formação, cultura e informação; e as Normas Uniformes sobre a Igualdade de Oportunidades para Pessoas com Incapacidades, 1993 que apresenta a criação de serviços de apoio apropriados em todas as escolas de modo a viabilizar a integração de pessoas com incapacidades no ensino regular.

Quanto a disponibilidade de acessibilidade na *web*, proveniente da Administração Pública Federal, o Governo Federal publicou o Decreto Lei 5.296 em 02 de dezembro de 2004, cuja ação visa além de criar e avaliar a acessibilidade aos usuários portadores de necessidades especiais (PNE), conscientizar desenvolvedores.

Outra ação que visa a acessibilidade em conteúdos da *web* é a *Web Accessibility Initiative* (WAI), patrocinada pelo consórcio W3C com o guia *Web Content Accessibility Guide* (WCAG). O WCAG é uma referência normativa para acessibilidade de conteúdos *web*, constituindo o conjunto oficial de guias para acessibilidade.

Conforme citado anteriormente, dentre os órgãos que trabalham o processo de normatização para acessibilidade está a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), com o Comitê Brasileiro de Acessibilidade, responsável por traduzir as normas técnicas geradas pela ISO. Dentre as normas abordadas por este trabalho estão a ISO 9241, com Requisitos para Ergonomia de Software e a ISO 9126, direcionada à Qualidade de Software.

A ISO 9241, ao ser aplicada no desenvolvimento de software, permite, ainda que

indiretamente, o desenvolvimento da usabilidade de software. Já a ISO 9126, por sua vez, apresenta características e sub-características de qualidade de software.

Nos estados americanos, em se tratando da acessibilidade em produtos de software é possível citar o *Rehabilitation Act*<sup>1</sup>, responsável por tornar as tecnologias da informação e eletrônicas acessíveis a pessoas com necessidades especiais. A *Section 508*, do *Rehabilitation Act*, visa eliminar barreiras da tecnologia da informação de modo a disponibilizar novas oportunidades a pessoas deficientes, encorajando o desenvolvimento de tecnologias de auxílio. Por meio da *Section 508*, diversos tipos de tecnologia são abordadas, incluindo aplicações de software e sistemas operacionais, informações web, produtos de telecomunicação, vídeo, produtos multimídia, computadores, dentre outros.

Como ação para sustentar o *Section 508* do *Rehabilitation Act*, o Departamento americano estabeleceu os Requisitos de Acessibilidade para Design de Softwares. Os requisitos visam garantir a acessibilidade em programas e atividades para indivíduos com deficiências, especificamente na disponibilização de acessibilidade em tecnologias eletrônicas e de informação, conforme o *Trade Center* da Universidade de Winsconsin no documento Requisitos para Design Acessível de Softwares<sup>2</sup>.

Ainda nos estados americanos, é possível contar com o Conselho Nacional de Deficiência – *National Council on Disability* – NCD<sup>3</sup>. Este trata-se de uma agência federal independente com 15 membros escolhidos pelo Presidente dos Estados Unidos e confirmados pelo senado, responsável pela maior parte da política de desenvolvimento para deficientes na América. Dentro de sua lista de tarefas estão inclusos melhoramentos da Tecnologia da Informação (IT) e telecomunicação e melhoramento de tecnologias assistivas (AT).

Em Portugal, no âmbito das competências de normalização do Instituto de Informática, foi criada a Comissão Técnica 160 sobre Acessibilidade em Tecnologia de Informação e Comunicação que serve como referência de apoio ao tema Acessibilidade ao Software.

A Norma Italiana<sup>4</sup>, também atuando neste contexto, visa, por sua vez, assegurar os direitos ao acesso a serviços computacionais com base nos princípios de igualdade assegurados pela constituição. Segundo a Norma Italiana, Lei nº 4 de 9 de Janeiro de 2004, entende-se por acessibilidade a capacidade de sistemas computacionais em proporcionar serviços e prover informações que possam ser aproveitadas sem discriminar pessoas que necessitam de tecnologias de apoio ou configurações especiais por causa de alguma deficiência. Tendo no seu artigo 4, as obrigações a serem cumpridas em relação aos requisitos para acessibilidade, esta também define o termo tecnologia de apoio como: ferramentas, hardware ou software, que permitam que usuários com deficiência possam superar ou reduzir desvantagens no acesso à informações e serviços fornecidos por sistemas computacionais.

A organização internacional FACTS – Agência Européia para a segurança e saúde no trabalho<sup>5</sup>, com o documento Garantir a segurança e a Saúde de trabalhadores com necessidades especiais, apresenta diversos argumentos. Com estes, afirma que a legislação sobre a igualdade de tratamento e a legislação sobre a segurança e a saúde no trabalho adotam abordagens semelhantes e concordantes.

Segundo a legislação, em matéria de segurança e saúde, são necessárias medidas de

<sup>1</sup><http://www.section508.gov/index.cfm?FuseAction=Content&ID=12>

<sup>2</sup>[http://trace.wisc.edu/docs/ed\\_dept\\_software\\_guidelines/software.htm](http://trace.wisc.edu/docs/ed_dept_software_guidelines/software.htm)

<sup>3</sup><http://www.ncd.gov>

<sup>4</sup>[http://www.pubbliaccesso.it/biblioteca/documentazione/req\\_hw\\_sw/req\\_software.htm](http://www.pubbliaccesso.it/biblioteca/documentazione/req_hw_sw/req_software.htm)

<sup>5</sup>[http://www.osha.europa.eu/pt/publications/e-facts/oshnews/view?b\\_start:int=140&-c=](http://www.osha.europa.eu/pt/publications/e-facts/oshnews/view?b_start:int=140&-c=)

prevenção adequadas para: eliminar riscos e adaptar o trabalho aos trabalhadores, protegendo grupos contra perigos que os afetam especificamente; conceber locais de trabalho adequados à deficientes; considerar princípios ergonômicos plenamente para a aplicação de segurança e saúde no trabalho; prover medidas eficazes e práticas para adaptação do local de trabalho em função da deficiência.

O *Nordic Cooperation on Disability*<sup>6</sup>, uma organização sob o conselho de ministros nórdicos, composto pelos governos da Dinamarca, da Finlândia, Islândia, Noruega e da Suíça, desenvolveu o Guia Nórdico para Acessibilidade de Computadores.

Este guia provem requisitos a serem inclusos ou referidos em propostas de sistemas para computadores pessoais e sistemas similares, além de servir como uma guia para estratégias, design e padronização para Tecnologia da Comunicação e Informação (ICT).

Dados de um relatório desenvolvido pela ONU - Organização das Nações Unidas, divulgado em 26 de Agosto de 2004, afirmam que o Brasil é considerado o país mais inclusivo, com melhor proteção e tratamentos à pessoas com deficiência entre todos das Américas. Rosângela Bieler porém, que acompanhou a elaboração deste estudo que incluiu os Estados Unidos e o Canadá, afirma, em uma entrevista dada a revista Sentidos<sup>7</sup>, que este resultado apresentado deve ser analisado do ponto de vista político. Segundo ela, a falta de apoio concreto e formal dos EUA e Canadá, à convenção que a ONU vêm desenvolvendo na área da deficiência, fez com que o Brasil ficasse na frente.

Rosângela Bieler ressalta que o atendimento que a pessoa com necessidade especial recebe nos EUA, dotado de maior capacidade de resolução de problemas por meio de recursos financeiros, é melhor nos países desenvolvidos, como EUA e Canadá. Por outro lado, o Brasil, em relação a outros países da América Latina, está bem a frente na questão de normatização, uma vez que possui legislação, sociedade civil organizada, Conade – Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa Portadora de Deficiência, Corde – Subcoordenadoria para Integração das Pessoas Portadoras de Deficiência do Rio Grande do Norte, confirmando os dados do relatório.

Diante das informações apresentadas, em conjunto com dados do II Seminário Acessibilidade, Tecnologia da Informação e Inclusão Digital, apresentados por Santos [41], é possível afirmar que, em termos exclusivamente de normas, o Brasil exhibe um pioneirismo em nível internacional de elementos favoráveis à implementação da acessibilidade, tais como normas e legislações. Porém, esse quadro se dá somente em termos de normas, uma vez que sua prática se encontra em situação inferior quando comparado aos diversos outros países, como EUA, Canadá e alguns da União Européia.

Dessa maneira, conclui-se que dispor das normas e da legislação de acessibilidade é um pressuposto importante, porém não suficiente para se ter uma sociedade de fato inclusiva e acessível. O que é possível constatar é que ainda são necessárias ações por parte de movimentos organizados e de órgãos governamentais para se alcançar este objetivo.

## 2.1 Terminologias relacionadas ao estudo

Existem inúmeras ferramentas de auxílio a pessoas com necessidades especiais, porém, ainda que estas possuam funcionalidades bem definidas, muitas vezes não atendem aos padrões de qualidade no uso - usabilidade - que seus usuários necessitam.

<sup>6</sup>[http://trace.wisc.edu/docs/nordic\\_guidelines/nordic\\_guidelines.htm](http://trace.wisc.edu/docs/nordic_guidelines/nordic_guidelines.htm)

<sup>7</sup>[http://sentidos.uol.com.br/canais/materia.asp?codpag7103&cod\\_canal3](http://sentidos.uol.com.br/canais/materia.asp?codpag7103&cod_canal3)

O termo qualidade no uso deve ser compreendido, de acordo com a ISO/IEC 9126-1, como a capacidade de um produto de software permitir que usuários alcancem suas metas com eficiência, produtividade, segurança e satisfação em um contexto específico de uso. A relação da qualidade de uso com a acessibilidade envolvem outros dois termos: a usabilidade e a ergonomia.

Existe uma relação visível em se tratando de usabilidade e acessibilidade. Conforme a ISO 9241 - Parte 171, a acessibilidade define-se pela capacidade de uso de um produto, serviço, ambiente ou facilidade por pessoas com as mais diversas capacidades. Ou ainda, de acordo com o *Nordic Cooperation of Disability*, acessibilidade é definida como um conjunto de propriedades que fazem com que um produto, serviço ou sistema permita que diferentes perfis de usuários, com as mais diversas habilidades e em circunstâncias variadas, possam utilizá-lo.

A usabilidade é definida pela ISO 9241 pela capacidade com que um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar metas específicas com eficiência, eficácia e satisfação em um contexto de uso específico. Onde a particularidade contexto e usuário específicos é enfatizado por Goodwin [21], através da afirmação que a usabilidade é afetada pelos diferentes tipos de tarefas a serem realizadas e o perfil de usuário relacionado para utilização do recurso. Segundo a autora, as características que fazem com o que o sistema seja usável por um conjunto de usuários pode não ser usável por outros.

Dessa maneira é possível aplicar o termo usabilidade no contexto acessibilidade. Assim, o contexto de uso específico seria o uso por pessoas com necessidades especiais na qual o produto deveria atender com eficiência, eficácia e satisfação qualquer indivíduo com necessidades especiais.

A ocorrência desta situação por sua vez, na prática, consiste em uma tarefa um tanto quanto complexa, uma vez que significaria por exemplo que um mesmo recurso que atenderia pessoas com deficiência visual, especificamente cegos, atendesse pessoas surdas. Deficientes visuais com cegueira necessitariam exclusivamente do canal sonoro e tátil para se comunicarem, enquanto pessoas com deficiência auditiva se utilizariam do canal visual como maior mediador para comunicação.

Observando a complexidade desta relação, com base nas definições apresentadas, seria possível afirmar que existe uma relação de herança entre os termos usabilidade e acessibilidade, em que para um produto ser acessível, ele deve ser necessariamente usável por pessoas com qualquer tipo de deficiência individualmente, porém, para ser usável não é necessário ser acessível.

A usabilidade e a acessibilidade possuem ainda uma relação direta também com o termo ergonomia. Conforme o Manual Digital, Godinho *et al.* [20], a Acessibilidade pode ser definida como sinônimo de boa Ergonomia quanto às condições de uso com segurança e saúde de equipamentos informáticos. A ISO 6385 por sua vez define a ergonomia como sendo a característica na qual um produto produz e integra conhecimentos científicos e tecnológicos de modo a combinar trabalhos, sistemas, produtos e ambientes às habilidades e limitações das pessoas.

O *IEA Council* <sup>8</sup>, por outro lado, adotou uma definição oficial de ergonomia, na qual esta é considerada uma ciência que busca a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Uma profissão que aplica a teoria, os princípios, os dados e os métodos ao projeto a fim de otimizar o bem estar do indivíduo e a performance do sistema.

---

<sup>8</sup>[http://www.iea.cc/browse.php?contID=what\\_is\\_ergonomics](http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics)

Segundo o *IEA Council* existem três tipos de ergonomia, a física, a cognitiva e a organizacional. Em se tratando de interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema como a interação homem-máquina o grupo responsável é o cognitivo, que é responsável também por processos mentais, como percepção, memória e raciocínio.

Por fim, as terminologias apresentadas permitem o relacionamento entre os três termos: acessibilidade, usabilidade e ergonomia. Para que um produto seja acessível, ele deve ser usável por pessoas com limitações, e para ser usável deve atender aos conhecimentos advindos de estudos sobre ergonomia.

Autores como Salvendy [39] enfatizam que a construção de produtos acessíveis beneficia não somente pessoas com deficiências, mas pessoas com limitações advindas de algumas situações cotidianas. Dada a afirmação, o autor fornece exemplos dessas situações em que qualquer pessoa pode vir a ser beneficiado por aspectos de acessibilidade.

Ele compara uma situação na qual uma pessoa cega não pode enxergar um produto, à uma situação na qual uma pessoa não pode enxergar por estar ocupada dirigindo um carro. Ou uma situação em que uma pessoa não pode usar sua mão devido à uma incapacidade física a uma onde a mão está sendo utilizado para segurar alguma coisa e inacessível portanto, para outras tarefas.

Em se tratando da deficiência auditiva, o autor apresenta uma situação na qual alguém surdo não pode ouvir, e alguém que se encontra em um ambiente com muito barulho e também com recursos auditivos restritos. O autor compara a situação em que alguém precisa se comunicar utilizando-se da linguagem de sinais, e alguém que se encontra em um país estrangeiro e precisa se comunicar através de uma língua desconhecida.

Todas essas situações consideradas pelo autor seriam beneficiadas projetando-se produtos acessíveis, ou ainda, conforme constatado com as definições apresentadas, por atitudes de usabilidade advindas da aplicação de aspectos ergonômicos enfocando contextos de uso e potenciais usuários.

Um produto desenvolvido para ser usável por diversos perfis de usuários, pode ser considerado acessível, porém um produto desenvolvido para atender a um perfil de usuário, é somente usável.

De modo a se permitir desenvolver maior acessibilidade em ferramentas assistivas, buscou-se com este trabalho, identificar, através de um levantamento de normas nacionais e internacionais para desenvolvimento de software, os principais requisitos de ergonomia para a usabilidade.

## 2.2 Documentos relacionados para a identificação dos requisitos

Segundo o *Nordic Council* existem diversos guias com recomendações detalhadas sobre como diferentes aspectos que devem ser considerados para maximizar a usabilidade de um software. Dentre esses documentos, estão guias específicas para acessibilidade ou documentos com apenas uma sessão sobre desenvolvimento acessível de softwares.

Dentre os documentos estudados por esta pesquisa estão:

- LightHouse International <sup>9</sup>;
- *Rehabilitation Act – Section 508*;
- Norma Italiana;

---

<sup>9</sup><http://www.lighthouse.org/accessibility/accessibility-guidelines/>

- ISO 9241;
- Manual Digital, Godinho *et al.* [20];
- *IBM software accessibility checklist*<sup>10</sup>;
- *Evaluating a user interface with ergonomic criteria* de Bastien e Scarpin [4];
- *Nordic Cooperation on Disability*;
- *Creating Accessible Computer Applications*<sup>11</sup> do American Foundation for the Blind;
- *The Microsoft Windows Guidelines for Accessible Software Design: Creating Applications That Are Usable by People with Disabilities*<sup>12</sup>;
- *Application Software Design Guidelines: Increasing the Accessibility of Application Software to People with Disabilities and Older Users*<sup>13</sup>;
- *Requirements for Accessible Software Design*;
- *Application Software Design Guidelines: Disabilities* da Trade Center da Universidade de Winsconsin;
- *Making software more accessible for people with disabilities: a white paper on the design of software application programs to increase their accessibility for people with disabilities*, Vanderheiden [50];
- WCAG – *Web Content Accessibility Guidelines* também constitui um dos documentos estudados por esta pesquisa, onde, por abranger a acessibilidade em conteúdos *web*, teve algumas de suas recomendações adaptadas para aplicação para ergonomia de software;
- *Web Accessibility for People with Cognitive Disabilities* de Small et al [47];
- *Cognitive Disabilities Part 1: We still Know too little, and we do even less*, de Bohman [7].

Livros com abordagens a acessibilidade e usabilidade também compõem conteúdos analisados, dentre eles estão:

- *Human Factors and Ergonomics*, Salvendy [39];
- *A Guide to usability - Human Factors in Computing*, Preece [36];
- *Designing the user interface - Strategies for effective human-computer interaction*, Shneiderman [45];
- *Macintosh human interface guidelines* [13].

---

<sup>10</sup><http://www-03.ibm.com/able/guidelines/software/accesssoftware.html>

<sup>11</sup><http://www.afb.org/Section.asp?Documentid=198>

<sup>12</sup><http://www.cs.bgsu.edu/maner/uiguides/msaccess.htm>

<sup>13</sup>[http://trace.wisc.edudocssoftware\\_guidelinessoftware.htm](http://trace.wisc.edudocssoftware_guidelinessoftware.htm)

Os requisitos de ergonomia para usabilidade relacionados, alguns previamente selecionados por Godinho *et al.* [20], foram definidos com base em diversos documentos de requisitos para desenvolvimento de software, alguns enfocando especificamente a acessibilidade a ergonomia ou a usabilidade, e relacionados de acordo com os princípios do Design Universal.

## 2.3 Classificação dos requisitos quanto ao design para todos

De acordo com Salvendy [39], o termo Design Universal representa o projeto de produtos ou ambientes os quais possam ser eficientemente e eficazmente utilizados por diferentes perfis de usuários, com diferentes habilidades operando em diferentes situações. O termo inclui não somente pessoas com limitações funcionais relacionadas à deficiência, mas pessoas sem limitações, beneficiadas simplesmente pela circunstância, conforme visto na sessão anterior.

O design universal, é definido pela Universidade da Carolina do Norte como o design de produtos e ambientes para serem usados por todas as pessoas, a maior remessa possível, sem necessidade de adaptação ou projeto especializado. O design universal possui sete princípios, o uso com igualdade, a flexibilidade no uso, o uso simples e intuitivo, a informação perceptível, a tolerância no erro, o baixo esforço e a apresentação da informação.

Os requisitos ergonômicos selecionados foram relacionados ao design universal, uma vez que o termo provê palavras-chave a serem relacionadas para o agrupamento de informações. Ainda que o design universal tenha sido escolhido para a classificação dos requisitos, no momento de relacionamento, um novo termo foi definido para melhorar a disposição das informações, o termo adicionado é referente a autonomia.

### 2.3.1 Seleção de requisitos ergonômicos para usabilidade de software de acessibilidade

- Igualdade no uso: visa prover um design para software assistivos usável por pessoas com diversas habilidades.
  - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário
    - \* Deficiente visual: Pode ter dificuldades de visualização de informações que estejam em formatos pequenos ou que desapareçam rapidamente da tela.
    - \* Deficiente cognitivo: Como em casos de dislexia, já possuem determinada dificuldade de compreensão de informações. Caso estas estejam em formatos inadequados, o processo de leitura se complica ainda mais.
    - \* Deficiente físico: Pessoas com deficiências físicas em sua maioria possuem dificuldades de precisão, e o ritmo da apresentação de informações, se for muito rápida, pode impedir o acesso.
  - Prover sempre que possível que pessoas deficientes ou não utilizem o mesmo meio(dispositivo) ou equivalentes, integrando canais de interação que possam beneficiar a diversidade.
    - \* Interação por comando de voz, uso de legendas, atalhos, são canais de comunicação que beneficiam não só pessoas com determinadas limitações, como usuários em geral.

- Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais;
  - \* Deficiente visual: é imprescindível que a informação seja apresentada por outro canal de comunicação além do visual.
  - \* Deficiente cognitivo: é importante apresentar a informação utilizando-se de mais de um canal de comunicação.
  - \* Deficiente auditivo: é importante que a informação seja apresentada por outro canal de comunicação além do auditivo.
- Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação
  - \* Deficiente visual: provendo a documentação em formas alternativas, usando fontes grandes, sans serif, com boa formatação, fornecendo alternativas para informações apresentadas em cores, entre outros.
  - \* Deficiente cognitivo: apresentando a documentação através de mais de um canal de comunicação.
  - \* Deficiente físico: provendo o formato eletrônico do documento que possa ser manipulado com menor esforço e lido através de leitores de tela.
  - \* Deficiente auditivo: prover alternativas visuais para informações sonoras.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
  - \* Deficiente visual: prover descrições que não requerem imagens e cores.
  - \* Deficiente cognitivo: prover descrições claras, concisas do produto, prover instruções passo a passo, usar sentenças afirmativas.
  - \* Deficiente auditivo: destacar informações essenciais com uso de realçadores.
- Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente as saídas visuais
  - \* Deficiente visual: configurando a interface como letras e símbolos com bons tamanhos, cores e espaçamentos auxiliam pessoas com baixa visão. Impressoras em braille por sua vez, auxiliam pessoas cegas no acesso à informações.
- Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
  - \* Este requisito relaciona os exemplos do requisito anterior:
    - Deficiente visual: é imprescindível que a informação seja apresentada por outro canal de comunicação além do visual.
    - Deficiente cognitivo: é importante apresentar a informação utilizando-se de mais de um canal de comunicação.
    - Deficiente auditivo: é importante que a informação seja apresentada por outro canal de comunicação além do auditivo.
- Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários
  - \* Em casos de cadastro de senhas por pessoas com deficiência visual ou física, usuários de comando de voz, por exemplo, deve-lhe ser apresentada uma alternativa que provenha privacidade e segurança, como a biometria.

- Flexibilidade no uso: Este princípio diz que o design deve acomodar a diversidade de preferências e habilidades do usuário.
  - Não se deve relacionar informações às condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
    - \* Deficiente visual: é prejudicado pois necessita aguardar o leitor de tela para acionar uma resposta.
    - \* Deficiente cognitivo/de linguagem: é prejudicado pois têm dificuldades para compreensão de informações.
    - \* Deficiente físico: é prejudicado pois necessita aguardar opções para comando de voz.
  - Prover configurações conforme as necessidades do usuário
    - \* Deficiente visual: permitir configurar tamanhos, cores, fontes, entre outros para melhor desenvolvimento.
    - \* Deficiente cognitivo: permitir configurar velocidades, fontes, tamanhos entre outros para melhor desenvolvimento.
    - \* Deficiente físico: permitir configuração ambi-dextra, velocidades, entre outros para melhor desenvolvimento.
    - \* Deficiente auditivo: permitir configurar volumes, legendas, entre outros para melhor desenvolvimento.
  - O uso da aplicação não deve alterar configurações do sistema operacional, evitando que usuários com deficiências visuais ou físicas sejam prejudicados por mudanças de fontes ou desabilitação de dispositivos respectivamente.
    - \* Deficiente visual: manter configuração de fontes, tamanhos, cores, outros, definidas pelo usuário.
    - \* Deficiente físico: manter configurações de dispositivos, teclados virtuais, outros definidos pelo usuário.
    - \* Deficiente auditivo: manter configurações de volumes, legendas, outros, definidos pelo usuário.
  - Prover escolhas para métodos de interação e uso.
    - \* Deficiente visual: oferecer alternativas de interação via comandos de voz, com aumentadores de tela, entre outros.
    - \* Deficiente cognitivo: oferecer alternativas de interação via comandos de voz, com leitores de tela, entre outros.
    - \* Deficiente físico: oferecer alternativas de interação por comandos de voz, teclados virtuais, entre outros.
    - \* Deficiente auditivo: oferecer alternativas de interação através da linguagem de sinais, legendas, entre outros.
  - Prover acesso ambidestro.
    - \* Deficiente cognitivo: Permite sua utilização por pessoas com paralisia em um dos lados do corpo.
    - \* Deficiente físico: Permite sua utilização por pessoas com limitações físicas, como não ter um membro superior.

- As aplicações devem ser projetadas de modo que não seja necessário o uso do mouse
  - \* Deficiente visual: pessoas cegas, precisam de interação por meio de comandos de voz, devido à suas limitações visuais.
  - \* Deficiente físico: em sua maioria, utilizam teclados virtuais devido à limitações quanto a destreza de movimentos.
- Permitir configuração de atalhos no teclado.
  - \* Deficiente físico: permite maior satisfação e conforto para o usuário.
- A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
  - \* Deficiente visual: pessoas com baixa visão, uma grande maioria atualmente, são beneficiadas pela possibilidade de configuração de tamanhos da informação apresentada.
  - \* Deficiente físico: pessoas com limitações motoras, como a precisão, são beneficiadas por tamanhos grandes que permitam maior facilidade de interação.
- Facilitar ações que exijam precisão.
  - \* Deficiente visual: tamanhos grandes de botões facilitam o “clique” por pessoas com baixa visão.
  - \* Deficiente físico: tamanhos grandes de botões facilitam o “clique” por pessoas com deficiência física.
- **Uso simples e Intuitivo:** Este princípio enfatiza que o design deve ser fácil de entender, considerando a experiência do usuário, seu conhecimento, cultura, e nível de concentração.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
    - \* Deficiente Visual: Possibilitar a leitura das informações por um leitor de tela;
    - \* Deficiente Físico: Possibilitar a interação por meio de toques do mouse ou de dispositivos de entrada adaptados;
    - \* Deficiente Auditivo: Exibição de informações sonoras em legendas sempre que necessário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
    - \* Deficiente visual: fornecer contextos informativos sobre controles para leitores de tela.
    - \* Deficiente cognitivo: simplificar controles e construir rotinas similares.
    - \* Deficiente físico: fornecer informações quanto à atalhos para controles e outros mecanismos de entrada.
    - \* Deficiente auditivo: reduzir o numero de controles, fazer legendas fáceis de compreender
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.

- \* Deficiente Visual, Físico, ou pessoas sem deficiência: Interação através de comando de voz e leitores de tela;
- \* Deficiente cognitivo: Proporciona maior compreensão das informações.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
  - \* Deficiente Visual: apresentação de informações objetivas e de fácil compreensão quando lidas por um leitor de tela;
  - \* Deficiente Auditivo: evitar a utilização de recursos sonoros. Caso seja indispensável, utilizar legendas.
  - \* Deficiente Físico: efetuar tarefas utilizando somente o teclado ou somente um dispositivo adaptado.
- O uso do mouse não deve causar efeitos secundários inesperados.
  - \* Deficiente visual: a pessoa cega não possui controle visual sobre o que acontece na tela, caso haja efeitos secundários, a perda de foco ou orientação causarão considerável desconforto e desorientação do usuário.
  - \* Deficiente cognitivo: efeitos secundários causam desconforto e desorientação em usuários com deficiências cognitivas.
  - \* Deficiente físico: caso os efeitos secundários causem necessidades adicionais de interação, prejudicam o usuário com limitações de movimento por forçá-lo a tomar providências que exigem esforço físico.
  - \* Deficiente auditivo: pessoas surdas possuem baixa concentração, e efeitos secundários podem ser prejudiciais ao seu desenvolvimento.
- A navegação através do teclado não deve causar efeitos secundários inesperados.
  - \* Este requisito relaciona os exemplos do requisito anterior.
- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários
  - \* Deficiente Visual: em caso de baixa visão, fonte de tamanho grande;
  - \* Deficiente Auditivo: em caso de surdez, apresentar legendas textuais ou informações na linguagem de sinais;
- Nomear rótulos, controles e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - \* Deficiente visual: caso o usuário escolha pular determinados conteúdos, no momento em que resolver ater-se ao documento, as informações lidas, possam orientá-lo sobre o conteúdo atual.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - \* Deficiente visual: fornecer saída sonora para leitura ou confirmação de configuração.
  - \* Deficiente cognitivo: fornecer indicação multi sensoriais de divisões, posições e níveis de controles
  - \* Deficiente físico: usar referência absolutas nos controles e não relativos (botões que arrastam para aumentar e diminuir)
  - \* Deficiente auditivo: fornecer indicações multi sensoriais de controle, como vibrações táteis atendendo pessoas com surdez, ou luzes indicando ligado ou sons intermitentes para deficientes visuais..

- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - \* Deficiente Visual: feedback sonoro informando qual parte da tarefa já foi executada, e qual ainda não foi;
  - \* Deficiente Auditivo: apresentar feedback visual, independente de som;
  - \* Deficiente Cognitivo: orientações sobre como proceder para dar continuidade a tarefa;
  - \* Deficiente Físico: apresentar informações sem a interrupção das tarefas correntes, e fazer com que tais informações desapareçam sem exigir esforço do usuário.
- Baixo esforço físico: Este princípio é responsável por exigir o mínimo de esforço, assegurando um design eficiente e confortável para utilização.
  - Prover uso de dispositivos independentes e de fácil detecção.
    - \* Deficiente Físico: permitir que o usuário possa interagir com o sistema através de dispositivos de sua preferência que lhe exijam menos esforço;
    - \* Deficiente Cognitivo: fácil detecção de dispositivos, reduzindo assim o esforço cognitivo para instalação;
    - \* Deficiente Visual: fácil detecção de dispositivos leitores de tela.
  - Maximizar o número de pessoas que possam operar controles fisicamente e outros mecanismos de entrada
    - \* Deficiente visual: permitir ajuste de tempo de resposta, minimizar o uso de ações constantes, prover controle por comando de voz.
    - \* Deficiente cognitivo: permitir ajuste de tempo de resposta, inibir a necessidade de ações simultâneas.
    - \* Deficiente físico: permitir ajuste de tempo de resposta, minimizar o uso de força, de ações constantes, inibir a necessidade de ações simultâneas, prover controle por comando de voz, e prover controles não escorregadios.
    - \* Deficiente auditivo: permitir ajuste de tempo de resposta
  - Permitir que o usuário mantenha uma posição corporal neutra.
    - \* Deficiente Físico: reduzindo assim movimentos que sejam de difícil execução;
    - \* Deficiente Cognitivo: aumentando o nível de concentração.
  - Minimizar ações repetitivas.
    - \* Deficiente Físico: evita a fadiga física;
    - \* Deficiente Cognitivo: evita déficit de atenção.
  - Minimizar o esforço físico.
    - \* Deficiente Físico: possibilitar interação através de atalhos ou dispositivos de entrada adaptados;
    - \* Deficiente Cognitivo: ajuda a evitar o déficit de atenção;
- Tamanho e espaço pra uso e finalidade: Este princípio diz que a aplicação deve prover tamanho e espaço apropriados para alcance e manipulação sem que o usuário seja prejudicado devido à alguma deficiência física ou visual.

- A interface da aplicação não deve substituir configurações de contraste, cor, tamanho e outros aspectos visuais previamente configurados pelo usuário.
  - \* Deficiente Visual: para pessoas com baixa visão, a aplicação não deve alterar o tamanho da fonte que o usuário já estiver utilizando;
  - \* Deficiente Auditivo: para pessoas com baixa audição, a aplicação deve manter as configurações sonoras utilizadas pelo usuário.
  - \* Deficiente cognitivo: a aplicação deve manter as configurações de movimentação do cursor do mouse na tela ou feedback das teclas do teclado.
- Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
  - \* Deficiente Físico: Menus e ícones customizáveis, possibilitando maior interação através de dispositivos adaptados como um mouse movido pelo olho;
  - \* Deficiente Cognitivo: Diminui o esforço cognitivo por apresentar as informações principais com acesso facilitado;
  - \* Deficiente Visual: facilita a compreensão da informação como um todo quando a tela é lida por um leitor de tela.
- Provenha acomodação para variações e manutenção de tamanhos.
  - \* Deficiente Visual: para pessoas com baixa visão, no caso de aumento de fonte, as informações na tela deverão ter formatação coerente, respeitando espaços de figuras e de outras informações apresentadas.
- Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
  - \* Deficiente Visual: interação por meio de leitores de tela, ampliadores de ecrã e reconhedores de voz;
  - \* Deficiente Auditivo: integração com arquivos e programas de legendas;
  - \* Deficiente Físico: interação por meio de mouses adaptados.
- Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
  - \* Deficiente visual: prover informações consistentes sobre controles evitando erros e dúvidas ao serem interpretados por leitores de tela.
  - \* Deficiente cognitivo: considerar localização de controles que serão usados mais frequentemente em lugares mais acessíveis que atendam expectativas do usuário.
  - \* Deficiente físico: considerar localização de controles, teclados e outros por pessoas cadeirantes ou com mobilidade reduzida
  - \* Deficiente auditivo: prover informações visuais relativas a controles e componentes essenciais, consistentes e claras, para informação de pessoas com deficiência auditiva.
- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
  - \* Deficiente visual: para pessoas cegas, alertas sonoros são necessários para saídas visuais e impressas.
  - \* Deficiente cognitivo: pessoas com baixa concentração se beneficiam com alertas para saídas visuais e impressas.

- \* Deficiente físico: um usuário cadeirante deve conseguir enxergar a informação independente do ângulo de visão, permitir forma impressa para facilitar acesso de cadeirantes
- Tolerância ao erro: Este princípio diz respeito às correções e prevenções de erros humanos.
  - Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e consequências advindas de ações acidentais ou sem intenção;
    - \* Deficiente visual: equivalentes textuais devem ser compreensíveis para evitar possíveis enganos pelo leitor de tela.
    - \* Deficiente cognitivo: prover informações sobre prevenção de erros claras e objetivas para evitar possíveis enganos.
    - \* Deficiente físico: prover controles simples e grandes para usuários com baixa precisão nos movimentos.
    - \* Deficiente auditivo: prover dicas visuais claras referentes a informações de erro sonoras.
  - Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis;
    - \* Deficiente visual: maior rapidez e eficiência para encontrar funções mais utilizadas através de leitores de tela.
    - \* Deficiente cognitivo: maior conformidade com as expectativas do usuário.
    - \* Deficiente físico: beneficiado pelo acesso facilitado à opções mais utilizadas.
    - \* Deficiente auditivo: maior conformidade com as expectativas do usuário.
  - Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros;
    - \* Deficiente visual: prover equivalente textual claro para evitar enganos quando lido por leitor de tela.
    - \* Deficiente cognitivo: distanciar funções parecidas que possam confundir o usuário, como salvar e cancelar.
    - \* Deficiente físico: prover ícones grandes para facilitar o “clique” por pessoas com baixa precisão motora.
    - \* Deficiente auditivo: prover equivalente textual claro para funções apresentadas sonoramente.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos;
    - \* Deficiente visual: dicas sonoras devem alertar o usuário cego sobre erros devido à suas limitações visuais..
    - \* Deficiente cognitivos: dicas sonoras e visuais auxiliam no alerta a deficientes cognitivos com baixa concentração.
    - \* Deficiente físico: mensagens sonoras e visuais providas em sistemas assistivos para deficientes físicos são positivas, desde que exijam baixo esforço para que sejam aceitas ou ignoradas.
    - \* Deficiente auditivo: prover vibração ou mensagens visuais para alertar usuários surdos sobre erros devido à suas limitações auditivas.
  - Prover aspectos de segurança quanto à falhas;

- \* Deficiente visual: prover alertas sonoras para interrupção de ação, que se confirmados, permaneça o estado anterior ao erro.
- \* Deficiente cognitivo: prover alertas visuais e sonoras para interrupção de ação, que se confirmados, permaneça o estado anterior ao erro.
- \* Deficiente físico: prover alertas que exijam baixo esforço para que sejam aceitas ou ignoradas.
- Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
  - \* Deficiente visual: no caso de um ampliador de telas, estabelecer o máximo de zoom que pode ser dado.
  - \* Deficiente cognitivo: apresentar mensagens de proibição de acesso a funções ou ocultá-las do usuário.
- Informação perceptível, acessível e segura: Este princípio diz respeito a comunicação eficiente do design com o usuário, sem que este seja prejudicado pelas condições ambientais e habilidades sensoriais.
  - Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
    - \* Deficiente visual: são beneficiados por poderem acessar informações via sonora.
    - \* Deficiente cognitivo: são beneficiados por receberem informações redundantemente reforçando a compreensão.
    - \* Deficiente auditivo: uma vez que a informação pode ser acessada via sonora, é projetada para ser informativa, e conseqüentemente melhor compreendida quando repassadas por leitores de tela.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados;
    - \* Deficiente visual: equivalentes textuais consistentes resultam no correto repasse de informações por leitores de tela.
    - \* Deficiente cognitivo: tal aspecto permite uma correta relação do conteúdo visual e textual.
    - \* Deficiente físico: equivalentes textuais permitem correta informação quanto à possíveis opções no comando de voz.
    - \* Deficiente auditivo: equivalentes textuais reforçam a informação a ser absorvida para este usuários.
  - Informações textuais devem seguir o padrão do sistema operacional;
    - \* Deficiente visual: seguindo-se um padrão, o usuário adquire maior confiança sobre a estrutura do software.
    - \* Deficiente cognitivo: o usuário adquire maior confiança e familiaridade com o uso do sistema.
    - \* Deficiente físico: caso o padrão considere aspectos ergonômicos, a padronização resulta em maior usabilidade.
  - Prover informações quanto à localização de conteúdo e contexto;
    - \* Deficiente visual: informações sobre conteúdo e contexto são variáveis importantes para a utilização eficiente de leitores de tela.

- Prover informações de localização do cursor.
  - \* Deficiente visual: a localização do cursor é uma informação importante para pessoas cegas.
- Uma das necessidades para acessibilidade é identificar o foco onde o usuário está trabalhando.
  - \* Deficiente visual: prover a descrição do texto ou objeto em que se está trabalhando. Em casos de baixa visão, o uso de ampliadores de tela deve permitir aumentar qualquer porção da tela para prover a orientação do usuário. As janelas devem ser configuradas para que não se perca o foco onde o usuário está trabalhando.
  - \* Deficiente cognitivo e de linguagem: para pessoas com dislexia, o foco deve corresponder ao conteúdo sendo lido pelo leitor de tela para que este possa trabalhar o processo de leitura.
  - \* Deficiente físico: para se executar um comando sonoro, é preciso saber quais comandos estão disponíveis, o que depende do contexto do foco que deve ser claramente explicado.
- Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela, onde esses objetos podem constituir janelas, controles, menus, ou até mesmo elementos de um documento, como palavras, parágrafos, imagens, tabelas, e outros.
  - \* Deficiente visual: necessitarão da descrição sonora detalhada desses objetos, fornecendo com clareza as opções de entrada que o usuário poderá inserir em se utilizando comando de voz.
  - \* Deficiente cognitivo: é importante descrições de contexto para melhorar o repasse de informações pelo leitor de tela ao usuário. Deficiente físico: são beneficiados pela descrição de objetos na tela, uma vez que necessitarão dos nomes dos comandos e objetos a serem manipulados via comando sonoro.
- Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
  - \* Deficiente visual: uma orientação clara de navegação deve ser utilizada de modo a facilitar acesso através de leitores de tela.
  - \* Deficiente cognitivo: a ordem de navegação da direita para esquerda e de cima para baixo é uma hierarquia a qual o usuário espera que o sistema atenda.
  - \* Deficiente físico: a desordem para navegação confunde usuários que usam comandos de voz e leitores de tela.
  - \* Deficiente auditivo: a pessoa surda possui alto nível de distração, a ordem de navegação correta auxilia em melhor compreensão e concentração sobre próximas tarefas a serem executadas.
- Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
  - \* Deficiente cognitivo: informações adicionais beneficiam a compreensão por pessoas com deficiência cognitiva.
- Maximizar a legibilidade de informações essenciais;

- \* Deficiente visual: para pessoas com baixa visão, é importante que as informações estejam eficientemente legíveis.
- \* Deficiente cognitivo: a legibilidade é importante para compreensão de informações por pessoas com dislexia.
- \* Deficiente auditivo: pessoas com surdez, possuem como um dos seus principais canais de comunicação, o visual, por isso a legibilidade é um aspecto de suma importância.
- Assegurar que a percepção textual e de figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores
  - \* Deficiente visual: pessoas com daltonismo ficam alheias ao acesso de informações quando advindas de cores.
- Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada;
  - \* Deficiente visual: pessoas com daltonismo ficam alheias ao acesso de informações quando advindas de cores.
- Assegurar interrupção de movimentos, intermitência, curso e atualizações automáticas para pessoas com deficiências de apreensão, cognitivas ou auditivos.
  - \* Deficiente cognitivo: certos efeitos desconcentram usuários com deficiências cognitivas.
  - \* Deficiente auditivo: efeitos desconcentram usuários com deficiência auditiva como a surdez profunda.
  - \* Deficiência de apreensão: efeitos podem causar crises de epilepsia.
- Coibir o uso de intermitência textual, de objetos ou elementos em frequências de 2 a 55HZ.
  - \* Deficiência de apreensão: efeitos em determinadas frequências são potencializadores de ataques epiléticos por pessoas com deficiências de apreensão
- Prover compatibilidade do aplicativo com técnicas e dispositivos diversos para conforto no uso por pessoas com limitações sensoriais.
  - \* Deficiente visual: leitores e ampliadores de tela, entre outros.
  - \* Deficiente cognitivo: leitores, entre outros.
  - \* Deficiente físico: comando de voz, leitores de tela, mouses e teclados virtuais, entre outros.
  - \* Deficiente auditivo: legendas, agentes sinalizadores de libras, entre outros.
- Autonomia: Este princípio é definido, de acordo com Boden [6], como a habilidade em se realizar tarefas independentemente de auxílio e foi adicionado para classificação dos requisitos para que possa relacionar aspectos de independência e do usuário frente ao uso de aplicativos assistivos.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.

- \* Deficiente visual: para pessoas com baixa visão e cegas, é importante que a interação seja desde o princípio ampliada ou com associação sonora respectivamente.
  - \* Deficiente cognitivo: a informação deve ser apresentada, desde o princípio, utilizando-se de mais de um canal de comunicação.
  - \* Deficiente físico: deve-se habilitar comandos de voz desde o princípio da interação.
  - \* Deficiente auditiva: para pessoas surdas, a informação deve ser apresentada desde o princípio através da lingua de sinais.
- Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível
- \* Este requisito relaciona os exemplos do requisito anterior.
- Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar (ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
- \* Deficiente visual: facilitar orientação (provendo feedback) e configuração para uso com autonomia.
  - \* Deficiente físico: prover prestezas que minimizem esforços físicos (provendo configurações automáticas), facilitar inserção, remoção e manipulação de dispositivos assistivos.
  - \* Deficiente auditivo: facilitar aprendizado e configuração para uso com autonomia.
- Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- \* Deficiente visual: configurações da ferramenta, em um ampliador de tela por exemplo, manter o valor de zoom configurado pelo usuário; e configurações do sistema operativo, estas referentes à configurações como tamanho, cor, fonte, entre outros.
  - \* Deficiente físico: manter configurações de mouses virtuais como velocidade, alternativas para clique do mouse, entre outros.
  - \* Deficiente auditivo: manter configurações de volume sonoro, em casos de sinalizadores, da velocidade dos sinais, entre outros.

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ADAPTAÇÕES PARA USABILIDADE

Existem diversos meios de coleta de dados, dentre eles, os mais utilizados, segundo Santos [42], são a documentação direta e a documentação indireta.

A documentação indireta inclui pesquisas bibliográficas, pesquisas documentais e estudos exploratórios; já a documentação direta subdivide-se em diretas intensivas e diretas extensivas.

A direta intensiva é composta pela observação assistemática, aquela que ocorre sem planejamento; e a sistemática, que é previamente planejada e estruturada, geralmente contemplando um plano de ação e avaliação de resultados. Por fim a observação direta extensiva, caracterizada pela aplicação de questionários, formulários, testes e outros. Constatou-se por meio de pesquisas para estruturação do método, que a técnica de avaliação de usabilidade mais utilizada atualmente são os questionários. Uma vez que faz-se necessário validar a relação de requisitos identificados por meio de interações com o usuário, a escolha desta técnica se mostrou adequada para mediar este processo no presente estudo.

Dessa maneira, o meio de coleta de dados selecionado por esta pesquisa foi a observação direta extensiva.

Esta, por sua vez, foi desenvolvida com base em questionários disponíveis *on-line* dentre os quais a Tabela de Índices de Tecnologia da Informação e Pessoas com Deficiência: O Estado Atual da Acessibilidade Federal do Departamento de Justiça dos Estados Unidos<sup>1</sup>, o SUMI – *Software Usability Measurement Inventory* – Inventário de Medida de Usabilidade do Software, WAMMI – *Website Analysis and Measurement Inventory* – Análise de Websites e Inventário de Medida, o SUS – *System Usability Scale* – Escala para Usabilidade de Sistemas, o QUIS – *The Questionnaire for User Interaction Satisfaction* – Questionário para Satisfação na interação do usuário.

A observação assistemática também é adotada neste trabalho como forma complementar na obtenção de informações relevantes possivelmente não vinculadas à aplicação do questionário, tais como: captação de dificuldades técnicas não relacionadas à aplicação, mas que possam gerar algum efeito negativo; conhecimento relacionado e desenvolvimento cognitivo do usuário; intimidação frente necessidades da deficiência, dentre outros.

Tendo como enfoque a observação direta extensiva, outro ponto de importante avaliação é a estrutura de respostas. Também conhecidas como escalas, estas representam a metodologia de pontuação adotada pela pesquisa.

Essas escalas basicamente constituem questionários na qual um valor numérico faz referência à expressões verbais, coletando do respondente as informações pesquisadas. Dentre as diversas escalas conhecidas, estão a de L.Thurstone, a de R. Likert e a de Diferencial Semântico.

A escala de Thurstone [49] surgiu em 1929, e é constituída por sentenças cujas respostas variam entre concordo-discordo, utilizada em geral para medir atitudes.

Para a construção desta escala é necessário se obter um conjunto de 100 frases que manifestem a opinião acerca do conteúdo de análise. Estas são avaliadas de acordo com

<sup>1</sup><http://www.usdoj.gov/crt/508/report/softctbl.htm>

as prioridades do respondente por meio de um escala de onze pontos, na qual 1 indica totalmente desfavorável e 11 totalmente favorável.

Exemplo: Dada uma sentença: Sobre a pena de morte, são dadas sentenças relacionadas onde o respondente classifica hierarquicamente de acordo com o seu ponto de vista:

- ( ) Concordo com restrições
- ( ) Concordo sem restrições
- ( ) Deve ser dada em caso de homicídio
- ( ) Não concordo
- ( ) ...

O surgimento da escala de R. Likert, em 1932, ainda que possua alguma relação com a escala de Thurstone, no quesito disponibilizar frases acerca do conteúdo, diferencia-se por medir o nível de concordância ou discordância do respondente com a sentença e não somente avaliar este estado. A escala R. Likert disponibiliza as respostas em uma escala de 5 ou 7 posições e delega ao indivíduo a classificação da resposta.

Exemplo: Dada uma sentença: Sobre a pena de morte, o respondente pode escolher entre:

1. Discordo Veementemente
2. Discordo
3. Aceito
4. Concordo
5. Concordo Veementemente

Na escala de Diferencial Semântico, trabalha-se com escalas bipolares de 7 pontos, onde nos extremos das escalas são colocados adjetivos que possibilitem ao respondente explicitar o grau de concordância com a sentença apresentada. Como exemplo desta temos: Dada uma sentença, Sobre a pena de morte o respondente deve escolher o grau de concordância a que se remete.

Concordo Veementemente \_\_\_; \_\_\_; \_\_\_; \_\_\_; \_\_\_; \_\_\_; \_\_\_; Discordo Veementemente

Dadas as informações apresentadas, em relação às escalas, a escolhida para o questionário foi a Likert, uma vez que o uso do formato de respostas contínuas para pontuação permite maior precisão de informação no contexto abordado pela pesquisa.

### 3.1 Elaboração do instrumento de coleta de dados

A elaboração do questionário seguiu algumas das etapas definidas por Gil [19] e pelo trabalho para pesquisas com coleta de dados [14] do CENAFOR.

Dentre as etapas abordadas pelos autores e utilizadas por este trabalho estão a especificação dos objetivos, operacionalização de conceitos e variáveis e a própria elaboração do instrumento de coleta de dados. Como especificação de objetivos foi definido que a necessidade a ser atendida pela construção do questionário é dada em relação a sua abrangência, ou seja, ele deve verificar no software avaliado, a presença dos requisitos identificados, bem como dos aspectos de qualidade de software, definidos pela NBR 13956. A NBR

13956 se trata de uma versão brasileira da ISO 9126 de Qualidade de Software, e seus requisitos são relacionadas abaixo:

- Adequação e acurácia – atendendo a característica da funcionalidade;
- Tolerância a falhas – atendendo a característica da confiabilidade;
- Inteligibilidade, apreensibilidade, operacionalidade – atendendo a característica de usabilidade;
- Comportamento em relação ao tempo – atendendo a característica da eficiência;
- Modificabilidade e testabilidade – atendendo a característica de manutenibilidade
- Adaptabilidade – atendendo a característica de portabilidade.

Dentre as característica de qualidade relacionadas, a Adaptabilidade, correspondendo a portabilidade, não será avaliada, uma vez que engloba o processo técnico e consequentemente fora do contexto de conhecimento de usuários finais a serem potencialmente selecionados para esta etapa da pesquisa.

A etapa de operacionalização de conceitos e variáveis, definida pelos trabalhos [19] e [14], é aplicada em consideração a definição do termo variável. Variável, segundo o trabalho [14] diz respeito às características de um objeto, evento ou indivíduo, segundo o qual este pode receber uma classificação.

Dessa maneira, dentro do contexto do presente trabalho, as variáveis são representadas pelos requisitos de ergonomia para usabilidade, onde sua presença/ausência determina a pontuação quanto à uma classificação de qualidade quanto a este aspecto.

Como resultado deste processo de definição e estruturação, um questionário composto por 20 questões foi construído.

Na Figura 3.1, é ilustrado o processo de seleção dos itens que compõem o questionário. Na sessão seguinte, sua estrutura textual é apresentada. Sua simplicidade oculta a relação com os requisitos, porém, esta relação é mais claramente explicitada na sessão que trata da validação do questionário.

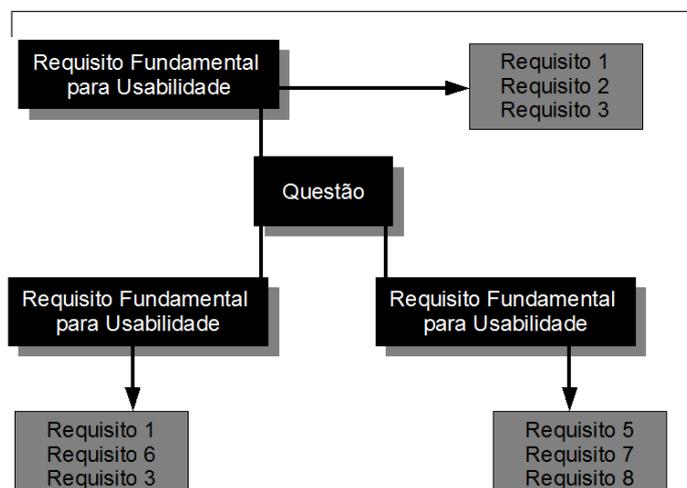


Figura 3.1: *Estrutura de Apresentação do Questionário*

## 3.2 Questionário

### Avaliação de Ferramentas de Acessibilidade

O software a ser avaliado: \_\_\_\_\_

A minha idade está entre:

abaixo de 15  15 a 20  21 a 25  26 a 30  31 acima

Eu já utilizei o software que está sendo avaliado.

Nunca  Poucas  Várias  Bastante  Diariamente

1) Você acha que você e seus amigos aprenderiam a usar esta ferramenta rapidamente?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

2) Você vai falar para seus amigos usarem esta ferramenta?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

3) Você acha que vai conseguir se desenvolver melhor com esta ferramenta?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

4) Você entendeu o que a ferramenta faz?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

5) Você gostaria de usar a ferramenta daqui para frente?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

6) Você acha que dá para melhorar esta ferramenta? O que você faria se desse?

Resposta aberta:

7) Eu acho que a ferramenta é muito lenta, demora para começar a funcionar.

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

8) As informações apresentadas pela ?Ajuda? são simples e claras?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não tem

9) As informações, legendas, abreviações, símbolos, imagens e mensagens apresentadas são simples e claras?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

10) Eu acho que será fácil lembrar como funciona o software, mesmo depois de algum tempo sem utilizá-lo.

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

11) Eu acho que o software possui uma interface bem diferente do padrão, ou seja, ele é bem diferente do windows.

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

12) Eu posso encerrar o uso do software quando eu estiver escrevendo (ex: um documento de texto), sem perdas?

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

13) Para iniciar/reiniciar o software é preciso seguir uma hierarquia de tarefas.

com certeza  sim  algumas  poucas  não

14) Eu acho que o software possui informações desnecessárias.

com certeza  sim  algumas  poucas  não

15) Eu acho que o software possui diversos tipos de configurações que facilitam seu uso.

com certeza  sim  algumas  poucas  não

16) Eu posso configurar o ampliador de tela para uma resolução bem alta, mas aí ele pára de funcionar.

sim  não

17) Você acha que este software poderia ter mais opções ou funções? Cite algumas se sim.  sim  não

Se sim:

18) Teve momentos em que o software demorou para executar um comando e eu não sabia se ele tinha parado de funcionar.

não  poucas vezes  algumas vezes  muitas vezes  sempre

19) Eu acho que o software deu erro (ex: travou fechou, executou uma ação não desejada).

não  poucas vezes  algumas vezes  muitas vezes  sempre

20) Eu acho que a ferramenta proporciona autonomia, ou seja, eu consigo fazer tarefas com o auxílio do software que antes eram difíceis para eu fazer sozinho.

com certeza  sim  com restrições  dificilmente  não

### 3.3 Aplicações e restrições do questionário

O uso do questionário é indicado para avaliação da usabilidade para quaisquer software, assistivo ou não. O avaliador responsável por sua aplicação deve compreender que os resultados obtidos com esta coleta de dados são subjetivos, onde ainda que seja apresentada a relação QuestionárioxRequisitos (ANEXO 1), a análise quanto ao que foi considerado e o que ainda pode ser agregado ao software avaliado é realizado com base na interpretação e orientações realizadas pela pesquisa no capítulo 2.

Com base em tais informações, considera-se apto a avaliador aquele indivíduo que possui algum conhecimento em interfaces humano-computador, soluções computacionais possíveis e alto grau de abstração para análise dos resultados coletados. A amostra de participantes dos testes por sua vez deve ser constituída de indivíduos aptos a interpretação dos questionamentos e necessariamente que já tenham manipulado a ferramenta sendo testada ao menos uma vez.

Para perfis de participantes de amostra de teste que não tenham contato ou conhecimentos sobre recursos computacionais, são necessárias apenas orientações suficientes para que estes acessem o questionário online. O questionário online foi elaborado de modo que possua uma associação psicológica com questionários de fato, onde sua manipulação é facilitada. Foram utilizados recursos para que o usuário relacione exatamente àquilo que deve ser respondido e em qual local esta informação deve ser repassada, por exemplo, utilizou-se o campo para seleção da resposta: "( )" e o "X" para que o uso se tornasse suficientemente intuitivo ao usuário.

Participantes de amostra com dificuldades de leitura podem utilizar leitores de tela para responder ao questionário online agregado a orientações do avaliador. Sugere-se que crianças que forem selecionadas para participar de teste tenham idade maior de 8 anos, de modo que já tenham agregado conhecimentos e maturidade suficientes de concentração e abstração para fornecimento de informações. A participação de indivíduos mais jovens pode ser utilizada, porém exige-se do avaliador maior responsabilidade e atenção quanto a qualificação dos dados coletados.

A análise de informações coletadas utilizada para este perfil de participante compõe maior enfoque na observação assistemática agregando o fator psicológico da interação do que as respostas obtidas pelo questionário por si próprio. Demais perfis podem compor a amostra para teste, o questionário online busca fornecer suporte para que esta abrangência seja possível. Pessoas com baixa visão, como a utilizada para esta pesquisa estariam aptas a utilizar aumentadores da resolução da tela (ctrl +) sem prejuízos, bem como pessoas com limitações auditivas que poderiam desfrutar, assim como pessoas com dificuldades de leitura, de leitores de tela.

As tarefas repassadas para interação e resposta das questões devem abranger todas as funcionalidades da ferramenta. De modo que uma visão geral da usabilidade possa de fato ser obtida.

Segundo Nielsen [3], uma amostra de cinco indivíduos é suficiente para identificação dos principais problemas de usabilidade de um software. É apresentado que ao se coletar dados com um único usuário, é possível identificar um terço dos problemas de interface do software. Integrando um segundo participante do teste, grande parte do que o primeiro identificou, o segundo identificará, e poucos aspectos não detectados pelo primeiro participante serão encontrados. Adicionando o terceiro usuário, o que foi identificado pelos primeiros participantes será novamente duplicado adicionando a este montante alguma nova informação. Adicionando-se mais participantes, a análise do avaliador se torna reduzida, uma vez que as informações permanecem se repetindo. Conclui-se portanto que uma amostra de cinco indivíduos é o bastante para o teste.

Dessa maneira, segundo o autor, os dados coletados nas primeiras avaliações da ferramenta constituirão informações relevantes para análise. Uma segunda etapa de testes seria necessária apenas para validar as correções e identificar algum aspecto de usabilidade que permaneceu. Segundo Nielsen [3], este número pode chegar a 15% e para um terceiro teste, poderia vir a identificar os 2% de problemas de interface restantes.

O segundo teste, conforme o autor, serve para assegurar a garantia em relação aos dados coletados inicialmente (primeiro teste).

Com base nas informações apresentadas, sugere-se que o questionário elaborado por esta pesquisa seja aplicado para avaliação em uma amostra de cinco indivíduos que componham o público alvo da ferramenta em análise.

Ressalta-se que a aplicação de um único ciclo de testes com o questionário permitirá identificar os principais problemas da ferramenta (dadas baixas notas às questões, analisar

ANEXO 1 para identificação dos requisitos a serem considerados). As correções efetuadas todavia só serão avaliadas por meio de um segundo teste, permanecendo como opção do avaliador verificar a conformidade das correções com as expectativas do usuário em um novo ciclo de teste.

## CAPÍTULO 4

### INCLUSÃO DIGITAL: FERRAMENTAS ASSISTIVAS

Segundo Lemos [26], atualmente, todas organizações sociais e instituições de todas áreas possuem informações acessadas via rede mundial de computadores, caracterizando a inclusão digital globalizada. Porém o desenvolvimento de conteúdos disponibilizados via *web* não consideram aspectos de usabilidade em seus primórdios.

De acordo com Pistori *et al.* [35], somente a partir da década de 90, pessoas com necessidades especiais passaram a usufruir de sistemas melhor adaptados às suas necessidades.

Para Warschauer [51], a combinação de quatro fatores distintos permite a inclusão digital, são elas a disponibilização de recursos físicos (computadores e telecomunicação); recursos digitais; recursos humanos para orientação e capacitação; e recursos sociais para suporte.

Existem, atualmente, diversos projetos que buscam alcançar tais fatores para propiciar a inclusão digital, dentre eles é possível citar em âmbito estadual, o projeto Digitalizando o Futuro – desenvolvido em Curitiba-PR, por Lemos [26], onde são oferecidos aos cidadãos 29 pontos de acesso à computadores e à internet situados nos Faróis do Saber, Ruas da Cidadania e Rua 24 Horas.

A CELEPAR – também no Paraná, que busca despertar na comunidade o interesse pela utilização de recursos da informática. E a Usina de Conhecimento – Paraná [26], que objetiva o desenvolvimento da cultura e arte; informação e comunicação; ciência e tecnologia, oferecendo à população acesso gratuito à internet e cursos de informática de níveis iniciantes e avançados. Atualmente, no estado do Paraná, existem nove unidades em funcionamento.

Com base nas definições apresentadas, nota-se que para que de fato a inclusão digital seja viabilizada, é necessário que a combinação de recursos físicos, recursos digitais, recursos humanos e sociais apresentados por Warschauer [51] relacionem o uso de ferramentas assistivas. O uso de ferramentas assistivas relacionadas pelo item recursos digitais proporcionaria a inclusão de pessoas com deficiências, uma vez que permitiriam integrar à combinação dos quatro elementos alternativas para manipulação e uso dos recursos físicos orientados pelos recursos humanos e sociais.

Objetivando portanto colaborar com este relacionamento, apresenta-se nos subitens subsequentes deste capítulo, um estudo sobre as ferramentas assistivas existentes disponíveis por meio da Internet. Os conteúdos levantados foram coletados através de acessos a sites de apoio a pessoas com necessidades especiais, livros, periódicos, grupos de pesquisas, congressos, projetos vinculados à instituições de ensino e empresas de desenvolvimento de software.

#### 4.1 Ferramentas assistivas

Existem diversos projetos e ferramentas que trabalham recursos para integração social, profissional e educacional de pessoas com necessidades especiais, disponíveis atualmente. Realizou-se portanto, um levantamento teórico sobre estas de modo que se pudesse analisar, avaliar e relacionar as funcionalidades oferecidas, bem como fundamentar o trabalho

proposto e contribuir para o estudo quanto à identificação de requisitos para boa usabilidade de software assistivos.

Com o intuito de atender ao objetivo de fornecer um levantamento de softwares assistivos para os diferentes tipos de necessidades especiais, buscou-se classificar as ferramentas em relação ao(s) tipo(s) de deficiência ao qual atende(m). Este relacionamento, além de permitir maior precisão na localização de informações, proporciona maior legibilidade do conteúdo aqui apresentado.

No Capítulo 1, são apresentados os modelos de classificação de tipos de deficiência, dentre eles, selecionou-se por esta pesquisa aquele definido pelo Trace Center, a qual se assemelha ao modelo apresentado por Salvendy [39], segundo o qual existem cinco grandes categorias de deficiência: a visual, a auditiva, a física, a cognitiva/da linguagem, e a de distúrbios de apreensão. O autor disponibiliza também uma categoria adicional quanto à deficiências múltiplas. Este modelo foi adotado para relacionamento de recursos assistivos uma vez que apresenta uma melhor classificação para o agrupamento dessas informações, gerando dessa maneira cinco subseções.

Na seqüência a esta apresentação são apresentadas algumas organizações que trabalham também neste contexto, provendo conteúdos informativos, fóruns de discussão sobre o assunto e recursos associados.

## 4.2 Deficiência física

Com o objetivo de facilitar o processo de interação entre pessoas com limitações físicas e o computador, a tecnologia de software tem desenvolvido ferramentas assistivas que permitam o uso de recursos alternativos de entrada.

Disponíveis no Assistive Aware<sup>1</sup>, atendendo as necessidades de deficientes motores estão: o SwitchXS, um aplicativo que permite acesso virtual completo ao Mac OS X e à suas aplicações através da emulação de mouse e teclado, onde cada clique seleciona uma ação; o KeyStrokes, teclado virtual que permite digitação por mouse, trackball, head pointer ou emuladores de mouse para aplicações do Mac OS X.

Outras soluções são: o software Eugénio<sup>2</sup>, um preditor de palavras; o Teclado Amigo<sup>3</sup> desenvolvido pela Rede SACI; o Kanghoo e a Rata virtual, disponibilizados pelo Projeto Fressa<sup>4</sup>, atuando como simuladores de mouse com diversas opções de interação por varreduras de tela.

Existem também, desenvolvidos e comercializados pela Anditec<sup>5</sup>, ferramentas como o GridMobil, um programa que permite transformar o PDA ou telefone num comunicador: além de comunicar utilizando teclados desenhados no GRID, o utilizador pode escrever com predição, ter uma lista de contatos e enviar e receber SMS através de teclados GRID já desenhados para esse fim. Todos os teclados podem ser personalizados através do programa GRID, sendo posteriormente exportados para um cartão SD a colocar no telemóvel/PDA compatível com Windows Mobile 5. O aplicativo inclui síntese de fala em Português, de elevada qualidade.

O MyTobii, que consiste em um sistema de acesso ao computador através do olhar, e que utiliza técnicas muito especializadas e inovadoras de interação através do olhar; o

<sup>1</sup><http://www.assistiveware.com/community.php>

<sup>2</sup><http://www.l2f.inesc-id.pt/lco/eugenio/>

<sup>3</sup><http://www.saci.org.br/?modulo=akemi&metro=3847>

<sup>4</sup><http://www.xtec.es/jlagares/f2kesp.htm>

<sup>5</sup><http://www.anditec.pt/>

Wordwall, um emulador de teclado que permite criar teclados no ecrã com letras, símbolos, imagens, palavras ou frases, indicado para utilizadores de dispositivos apontadores como o Tracker, SmartNav ou trackball, ou o SICAM, Sistema Integrado para Comunicação Aumentativa, esta ferramenta ajuda a comunicação baseada em Windows XP, leve e portátil, podendo ser transportado facilmente ou montado numa cadeira de rodas. Esta solução integra a comunicação através de fala (sintetizada ou gravada) ou de escrita (texto ou símbolos) e o acesso a várias aplicações do sistema operacional.

Ferramentas como o MouseNose e MouseEye<sup>6</sup> desenvolvido pelo Grupo IMAGO da Universidade Federal do Paraná, atua no apoio a usuários com limitações quanto ao uso do mouse, através da simulação das suas funções por movimentos de face ou dos olhos utilizando câmeras de captação de imagem de baixo custo.

Neste contexto também está disponível o HeadMouse<sup>7</sup>, projetado pela Universidade de Leida, que permite acionar as funções do mouse através de movimentos da face, olhos e boca.

Uma alternativa para conversação do tipo chat é a aplicação Gil Eanes<sup>8</sup>, que permite um diálogo direto em tempo real entre dois utilizadores sem a necessidade de dispositivos apontadores do tipo mouse. O principal objetivo do programa é disponibilizar um programa de chat adaptado às necessidades especiais de pessoas com deficiência motora, permitindo a estas enviar e receber mensagens unicamente através de imagens.

Assim com o Gil Eanes, existe o Vasco da Gama<sup>9</sup>, para permitir que pessoas com deficiência, como a paralisia cerebral manipulem mecanismos de correio eletrónico, constituindo funcionalidades como a criação de mensagens normais (mensagens constituídas apenas por texto) e especiais (mensagens que podem incluir imagens, ícones representativos), incluir ficheiros, ver mensagens recebidas, apagar mensagens, criar uma lista de endereços, entre outras sem a necessidade de manipulação de dispositivos apontadores como o mouse.

Outra ferramenta de auxílio a pessoas com necessidades especiais motoras é a Fernão de Magalhães<sup>10</sup>, esta aplicação é voltada especialmente à pessoas com paralisia cerebral, intelectualmente capazes.

A ferramenta é composta de uma única interface com recursos de emulação do teclado e do mouse, para aplicações no sistema operacional Windows. Este software possui, além de subsídios para a comunicação aumentativa e alternativa, comunicação remota e controle do meio envolvente com recurso à domótica. A Domótica, segundo Brugnera [10] é uma tecnologia que utiliza recursos da Automação industrial, uma central computadorizada que gerencia equipamentos de uma fábrica para gerenciamento de equipamentos domésticos.

A interface do Fernão de Magalhães oferece diversos botões que representam ações como, por exemplo, lançar uma aplicação no Windows, marcar um número de telefone, ou controlar um dispositivo remoto, os quais podem ser organizados de acordo com as preferências e necessidades profissionais e sociais de cada um dos utilizadores.

Outro trabalho que aborda também este contexto, ainda utilizando-se de recursos de hardware, foi desenvolvidos por Nohama *et al.* [32]. Em seu trabalho é proposto um novo *layout* de teclado projetado a comunicação alternativa com acionamento mecânico e remoto, para ser utilizado por portadores de paralisia cerebral com capacidade cogni-

---

<sup>6</sup><http://www.inf.ufpr.br/imago/>

<sup>7</sup><http://robotica.udl.cat/headmouse/headmouse.html>

<sup>8</sup><http://portal.ua.pt/Gil/>

<sup>9</sup><http://portal.ua.pt/Vasco/>

<sup>10</sup><http://portal.ua.pt/Fernao/>

tiva preservada. Para projetar o *layout* do teclado, foi realizado um estudo envolvendo onze voluntárias, sendo: cinco professoras de educação especial, quatro pedagogas especializadas em educação especial e duas fonoaudiólogas. Nohama *et al.* [32] apresentam então um teclado composto por 95 teclas que abrangem símbolos alfabéticos, letras acentuadas, números, funções de comunicação alternativa e ampliada. Às teclas, também foram associados ícones da linguagem visual brasileira de comunicação, esta atualmente em desenvolvimento. Para auxiliar na localização das teclas do teclado, foram diferenciados o tamanho de teclas e caracteres, e as cores de fundo. Por fim, Nohama *et al.* [32] coloca que o teclado em questão poderá auxiliar no processo de inclusão digital, social, educacional e inclusive profissional de seus usuários.

### 4.3 Ferramentas para pessoas com Deficiências Sensoriais

#### 4.3.1 Deficiência auditiva oral

Dentre as principais dificuldades para o desenvolvimento de pessoas com deficiência auditiva está na percepção de informações sonoras e portanto na comunicação. Para atender a sua necessidade especial não é necessário a utilização de equipamentos auxiliares, e sim ferramentas que permitam alternativas textuais de conteúdos e dicas visuais quando exibidos avisos sonoros.

Em se tratando da deficiência oral, segundo a Acessibilidades Silves<sup>11</sup>, a mudez geralmente advém de causas físicas, ou seja, estão relacionadas com a garganta, cordas vocais, língua, boca, pulmões, ou outros. Uma pessoa pode nascer com a deficiência oral, ou adquirir a mudez ao longo de sua vida devido a algum acidente ou exposição a determinados elementos químicos.

A deficiência oral se encontra muitas vezes, erroneamente, associada à deficiência auditiva, esta relação acontece uma vez que pessoas surdas de nascença, por nunca terem ouvido, nunca aprenderam a falar, porém uma pessoa pode ser deficiente oral sem necessariamente ser surda.

As pesquisas de levantamento realizadas por este trabalho constataram um menor número de recursos de auxílio à pessoas com deficiência auditiva e oral, o que permite afirmar a carência desta ramificação em relação aos outros tipos de deficiência.

Segundo Zugliani *et. al* [53], a surdez é uma deficiência cujas incapacidades não são visíveis de imediato e o uso de dispositivos de auxílio faz com que a mesma seja notada.

Em acórdância com os autores, em conjunto com a existência de recursos que facilitam a alfabetização destes indivíduos, observa-se que a surdez não constitui uma forma visual, perceptível da deficiência. Esta aparente ausência de incapacidades e existência de opções e oportunidades para instrução (viabilizando o uso de outras alternativas), indiretamente, explica a baixa quantidade de recursos associados a este perfil de usuário.

Dentre as poucas ferramentas que atendem as necessidades de pessoas com deficiência auditiva e oral encontradas, está o NexTalk NTS<sup>12</sup>, comercializado pela Microsoft, é uma tecnologia que permite uma comunicação facilitada para indivíduos surdos ou com perda auditiva. Esta ferramenta oferece todas as funções de um telefone padrão através de um uso extensivo de texto. Dessa maneira, usuários são capacitados a transferir chamadas, participar de chamadas de conferências e chats, e usar caixas de mensagens.

<sup>11</sup>[http://issuu.com/criaxelb/docs/projecto\\_acessibilidades1/26](http://issuu.com/criaxelb/docs/projecto_acessibilidades1/26)

<sup>12</sup><http://www.nexttalk.net/nexttalk62/nexttalk.pl?rm=download>

Outra ferramenta disponível comercialmente é a iCommunicator<sup>13</sup> que permite um canal de comunicação entre pessoas surdas ou de baixa audição através da tradução em tempo real de fala para texto, fala ou texto para vídeo com língua de sinais ou de fala ou texto para voz artificial.

Atuando no auxílio a pessoas exclusivamente surdas é possível citar o PCAudi<sup>14</sup>, desenvolvida pela empresa Auditivo. O software capta automaticamente qualquer som que esteja sendo reproduzido no computador através de programas de áudio como o MediaPlayer, RealPlayer, Winamp, Skype, entre outros, e os trata através de processamento digital de sinais.

Existem opções de dicionários de LIBRAS disponíveis atualmente gratuitamente na rede mundial de computadores, um exemplo é o LIBRAS - Dicionário da Língua Brasileira de Sinais<sup>15</sup>, o Dicionário Libras<sup>16</sup>, e o Dicionário Digital<sup>17</sup> disponibilizado gratuitamente pelo governo do estado de São Paulo.

O BPM Counter (Bits por Minuto) e VPM Counter (Vibrações por minuto) é um projeto desenvolvido em parceria com a Unicamp – Universidade Estadual de Campinas, como desenvolvimento da tese de doutorado de Luiz e Araújo [27] e a Universidade Federal do Paraná. Atualmente, em andamento no grupo IMAGO na Universidade Federal do Paraná, é uma ferramenta que busca fornecer ao deficiente auditivo, dicas táteis e visuais referentes ao som ambiente.

Tal funcionalidade busca desenvolver no indivíduo com necessidades especiais auditivas, além da percepção rítmica do ambiente, a percepção corporal e da fala. A primeira versão do aplicativo DRA, ainda não disponível para uso, foi desenvolvido para dispositivos móveis, celulares com tecnologia JAVA.

Outro recurso associado ao auxílio a pessoas com limitações auditivas é o Jogo de Memorização da Tabuada em LIBRAS<sup>18</sup>, que através de uma agente virtual, repassa ao usuário surdo, toda informação necessária à manipulação do jogo. Ou ainda como da ferramenta Torpedo Rybená<sup>19</sup> desenvolvida pelo projeto Rybená em parceria com a Universidade de Brasília.

A ferramenta Torpedo Rybená permite que pessoas surdas ou com baixa audição comuniquem-se em LIBRAS através de animações de imagens no celular, bem como visualizem mensagens recebidas em texto e que ouvintes enviem Torpedos Rybená que serão convertidos para LIBRAS viabilizando a comunicação bidirecional.

### 4.3.2 Deficiência visual

As pessoas com deficiência visual, geralmente compõem pessoas com baixa visão, cegueira ou daltonismo. Ferramentas projetadas para atender pessoas com deficiência visual oferecem inúmeros recursos para adaptação e interação com computadores.

Para as pessoas com baixa visão, existem alternativas de configuração de aparência em busca de legibilidade, a pessoas com cegueira há alternativas de acesso a informações através softwares leitores de tela, que sintetizam os conteúdos em voz ou Braille<sup>20</sup>.

<sup>13</sup><http://www.mycommunicator.com/>

<sup>14</sup><http://www.auditivo.com.br>

<sup>15</sup><http://www.acessobrasil.org.br/libras>

<sup>16</sup><http://www.dicionariolibras.com.br>

<sup>17</sup>[http://www.acessasp.sp.gov.br/html/modules/xt\\_conteudo/index.php?id=14](http://www.acessasp.sp.gov.br/html/modules/xt_conteudo/index.php?id=14)

<sup>18</sup><http://www.natalnet.br/sbc2006/pdf/arq0131.pdf>

<sup>19</sup><http://www.rybena.org.br>

<sup>20</sup>Segundo o Instituto Benjamin Constant, o Sistema Braille utiliza-se de seis pontos em relevo, dispostos

Dentre as funcionalidades citadas, os recursos mais trabalhados por essas ferramentas são ampliadores de ecrã e leitores de tela, com essas funcionalidades, pode-se citar as ferramentas: Zoomer<sup>21</sup>; Magic e o famoso Jaws, todas disponíveis na Freedom Scientific<sup>22</sup>; Kmagnifier<sup>23</sup>; o Gmag<sup>24</sup>; Dynamag Magnifier<sup>25</sup>; Gnopernicus<sup>26</sup>; Kzoom<sup>27</sup>; Puff<sup>28</sup>; Dosvox<sup>29</sup>; Nitrous Voice Flux<sup>30</sup>; Yeosoft Text<sup>31</sup>; Virtual Vision<sup>32</sup>.

Outras ferramentas associadas são o Lunar; superNova; Dolphin e o Hal, todos encontrados no Dolphin<sup>33</sup>.

Existem também ferramentas como o Kanghooru, um programa para associar um sistema de varrimento a diversas aplicações diferentes; o RoboBraille<sup>34</sup>, conversor gratuito de textos para formato digital em audio MP3 e braille. e o VoiSec<sup>35</sup>, desenvolvido pela empresa sueca Libego, no qual um botão grava, guarda e reproduz pequenas mensagens faladas, ajudando os deficientes visuais.

É possível contar também com softwares como o OPENBook<sup>36</sup>, atualmente em inglês, foi desenvolvido para auxiliar que cegos e portadores de baixa visão possam ler, editar e trabalhar com imagens escaneadas de livros, revistas, manuais, jornais e outros documentos impressos e o Duxbury Braille Translator<sup>37</sup>, compatível com sintetizadores de voz e displays braille, faz traduções em diversas línguas, onde permite a criação de textos em braille sem a necessidade de preocupação com formatações complexas e também de textos em tinta e braille alinhados na mesma página.

Com a ferramenta NVDA<sup>38</sup> é possível interagir, através de retorno sonoro, com todas as partes do sistema operacional Windows, acessando navegadores para internet, editores de documentos, emails dentre outras tarefas. Este programa possui código aberto e é disponibilizado gratuitamente.

O sistema operacional Linux, conforme citado anteriormente, proporciona a integração de recursos assistivos em diversas de suas distribuições, a *Debian-Accessibility*, por exemplo, provém diversas ferramentas para acessibilidade, como a Orca<sup>39</sup>, leitor de tela, sintetizadores de fala, interfaces gráficas, entre outros. Segundo o site oficial da Debian<sup>40</sup>, o Debian-Accessibility é um projeto interno que visa desenvolver o Debian como um

---

em duas colunas para possibilitar a formação de 63 símbolos diferentes que permitem a leitura e escrita de textos literários nos diversos idiomas, como também nas simbologias matemática e científica, em geral, na música e, recentemente, na Informática por pessoas cegas.

<sup>21</sup>[http://trace.wisc.edu/world/computer\\_access/multi/sharewar.htm](http://trace.wisc.edu/world/computer_access/multi/sharewar.htm)

<sup>22</sup>[http://www.freedomscientific.com/fs\\_downloads/magic.asp](http://www.freedomscientific.com/fs_downloads/magic.asp)

<sup>23</sup><http://kmag.sourceforge.net>

<sup>24</sup><http://www.ncsu.edu/it/dss/help/gmag.html>

<sup>25</sup>[http://www.sigchi.org/chi95/Electronic/documnts/papers/rlk\\_bdy.htm](http://www.sigchi.org/chi95/Electronic/documnts/papers/rlk_bdy.htm)

<sup>26</sup><http://www.baum.ro/gnopernicus.html>

<sup>27</sup><http://www.ro.kde.org/kzoom/>

<sup>28</sup><http://tldp.org/HOWTO/Accessibility-HOWTO/visual.html>

<sup>29</sup><http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox>

<sup>30</sup><http://www.baixe.net/download/detail1181.html>

<sup>31</sup><http://www.brasildownloads.com.br/download/2/69/2077.html>

<sup>32</sup><http://www.micropower.com.br/v3/pt/acessibilidade/vv5/index.asp>

<sup>33</sup><http://www.dolphinuk.co.uk/>

<sup>34</sup><http://www1.robobraille.org/websites/acj/robobraille.nsf>

<sup>35</sup><http://voisec.se/>

<sup>36</sup>[http://www.freedomscientific.com/fs\\_products/software\\_open.asp](http://www.freedomscientific.com/fs_products/software_open.asp)

<sup>37</sup><http://www.duxburysystems.com/>

<sup>38</sup><http://www.nvda-project.org/about.html>

<sup>39</sup><http://live.gnome.org/Orca>

<sup>40</sup><http://www.debian.org/index.pt.html>

sistema operacional particularmente adequado aos requisitos de pessoas com deficiências objetivando oferecer um sistema completamente acessível com o máximo de independência possível ao usuário deficiente, constituído completamente de softwares livres.

Assim como o Debian, outras distribuições Linux, como o Ubuntu, o Blinux, com os projetos de acessibilidade do GNOME e do KDE buscam soluções que permitam melhorar a interação do deficiente diante do uso de computadores.

A Universidade Federal do Paraná, com o Grupo IMAGO, possui diversas soluções para acessibilidade, dentre elas, atuando na questão da deficiência visual é possível relacionar as ferramentas: MouseLupa, um ampliador de tela desenvolvido para o sistema operacional Linux, o IMAGOCR, ferramenta que reconhece texto em imagens para poder gerar texto e converter em som, funcionando como um leitor de telas e o IMAGOVox para uso de aplicativos a partir de comandos de voz.

Dentre as instituições que provém informações, recursos e apoio a pessoas com deficiência visual está a Sociedade de Assistência ao Cego<sup>41</sup>, o União de Cegos do Rio Grande do Sul<sup>42</sup>, o Instituto Benjamin Constant<sup>43</sup> e o Instituto de Cegos da Bahia<sup>44</sup>.

## 4.4 Ferramentas para pessoas com Deficiência Mental

### 4.4.1 Deficiências cognitivas/da linguagem melhor conhecida por Déficit Intelectual/Distúrbios da Linguagem

Dentre as ferramentas relacionadas à este tipo de deficiência estão àquelas que possuem funcionalidade de leitores de tela, posteriormente relacionadas à deficiência visual, visto que tal funcionalidade atende também diversas incapacidades advindos do déficit intelectual e distúrbios da linguagem.

Outros exemplos de recursos que buscam melhorar o desempenho de pessoas com deficiência mental é o Layout Kitchen<sup>45</sup>, servindo como um Editor de Layout para SwitchXS e Proloquos, possui aproximadamente 8000 imagens para comunicação cadastradas, ferramenta esta também utilizada por deficientes orais para facilitar a comunicação.

Outros comunicadores, transformam texto para fala, que podem ser utilizados são o Plaphoons<sup>46</sup> – Versão 2.51, o RoboBraille<sup>47</sup> e o Voisec<sup>48</sup>.

O IntellItalk, o WordRead e o Fala Mais Alto que também contemplam esta funcionalidade são disponibilizadas pela Empresa Anditec<sup>49</sup>, e utilizados para encorajar a vocalização de pessoas com comprometimento em nível cognitivo.

Existem além de ferramentas de auxílio aos deficientes mentais, instituições como a Universidade de Kansas<sup>50</sup>, que têm trabalhado ao longo de cinquenta anos com a formação de profissionais especializados em educação especial, pesquisas e serviços públicos enfocam pesquisadores na solução de problemas que limitam a qualidade de vida de indivíduos e suas habilidades de aprendizado e desenvolvimento escolar, profissional, pessoal,

---

<sup>41</sup><http://www.sac.org.br/>

<sup>42</sup><http://www.ucergs.org.br/>

<sup>43</sup><http://www.ibc.gov.br/>

<sup>44</sup><http://www.institutodecegos.org.br/>

<sup>45</sup><http://www.assistiveware.com/layoutkitchen.php>

<sup>46</sup><http://www.xtec.es/~jlagares/f2kesp.htm>

<sup>47</sup><http://www1.robobraille.org/websites/acj/robobraille.nsf>

<sup>48</sup><http://www.voisec.se/>

<sup>49</sup><http://anditec.pt/produtos/fala-mais-alto-p-182.html>

<sup>50</sup><http://mrddrc.kumc.edu/>

ou na comunidade. Esta instituição está preocupada com a validação de práticas de acesso e instrução que possam ser usados amplamente por diversos grupos e têm conquistado diversas parcerias com instituições de ensino, treinando milhares de profissionais de diversas unidades escolares, ações estas muito relevantes para a melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência mental.

#### 4.4.2 Distúrbios de apreensão

Conforme a diretriz 7.1 das recomendações para a acessibilidade de conteúdo da web 1.0 - WCAG<sup>51</sup>, uma intermitência ou pulsar na faixa de 4 a 59 pulsos por segundo (Hertz), com pico de sensibilidade de 20 pulsos por segundo, bem como passagens rápidas de conteúdos muito escuros para uma iluminação excessiva (como em luzes de tipo "strobe"), pode desencadear crises epiléticas ou de ausências nas pessoas com epilepsia fotosensível.

Visando atender necessidades especiais de pessoas com fotosensibilidade, foram desenvolvidas as ferramentas "Epilepsia a Flashes e Fotosensibilidade"<sup>52</sup> e o PEAT - Photosensitive Epilepsy Analysis Tool<sup>53</sup>. Essas ferramentas são capazes de avaliar se as animações desenvolvidas podem provocar ataques de epilepsia.

A ferramenta Epilepsia a Flashes e Fotosensibilidade se encontra disponível on-line em espanhol, ela valida gifs animados e animações em Flash (ou em qualquer outro formato) porém, com necessidade de exportá-la para o formato gif animado.

O PEAT, por sua vez é uma ferramenta local e gratuita desenvolvida pela Trace Center da Universidade de Wisconsin, e permite analisar somente animações em formato avi, onde, para verificar outro tipo de formato também é necessária a conversão para avi.

### 4.5 Sites com conteúdos informativos e ferramentas associadas a deficiências

Existem também, trabalhando no contexto acessibilidade, diversas organizações de apoio ao deficiente, a maioria destas organizações oferecem informações, recursos e até mesmo discussões sobre o cotidiano da pessoa com necessidades especiais.

O Acessibilidade Brasil<sup>54</sup>, a Acessibilidade em Estado de Sítio<sup>55</sup>, a Associação do jovem Aprendiz do Brasil<sup>56</sup>, o Fórum do Deficiente<sup>57</sup>, o Portal do Cidadão com Deficiência<sup>58</sup>, o Ajudas.com<sup>59</sup>, o Centro de Inovação para Deficientes – CIDEF<sup>60</sup>, o Instituto Nacional para Reabilitação<sup>61</sup>, o Reabilitação Rede de Recursos<sup>62</sup>, com diversas ferramentas, algumas das quais foram descritas anteriormente nas sub-sessões de recursos associados, são alguns dos exemplos de organizações relacionadas à acessibilidade. A Confederação Brasileira dos

<sup>51</sup><http://www.w3.org/TR/WCAG10/>

<sup>52</sup><http://tools.webaccessibile.org/test/check.aspx>

<sup>53</sup><http://trace.wisc.edu/peat/>

<sup>54</sup><http://www.acessobrasil.org.br/>

<sup>55</sup><http://www.euroacessibilidade.com/index.htm>

<sup>56</sup><http://www.aja.org.br/>

<sup>57</sup><http://www.forum-deficientemotor.com/>

<sup>58</sup><http://www.pcd.pt/index.php>

<sup>59</sup><http://www.ajudas.com/>

<sup>60</sup><http://www.cidef.org/>

<sup>61</sup><http://www.inr.pt/content/1/1/bemvindo>

<sup>62</sup><http://portal.ua.pt/default.asp>

Surdos – CBS<sup>63</sup> atua na criação de novos métodos que facilitem e garantam a proficiência da língua portuguesa através da LIBRAS.

É possível citar também, a rede Solidariedade, Apoio, Comunicação e Informação – SACI<sup>64</sup>, desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP). O projeto SACI age como facilitador da comunicação e da difusão de informações sobre deficiência, visando estimular a inclusão social e digital, a melhoria da qualidade de vida e o exercício da cidadania das pessoas com deficiência, o Acessibilidade.net<sup>65</sup> é outra fonte de informações e ferramentas para pessoas com necessidades especiais, o New Horizons for Learning<sup>66</sup> e o Circle of Inclusion<sup>67</sup>. No site do Circle of Inclusion se encontra disponível acesso para diversos outros sites relacionados.

Outra ramificação de provimento de soluções, informações, conteúdos para pessoas com necessidades especiais são as empresas que comercializam produtos para acessibilidade, um exemplo destas é a Anditec<sup>68</sup>, a IBM<sup>69</sup>, a Microsoft que também possuem diversos de seus produtos descritos nas sub-sessões anteriores.

Atuando no desenvolvimento de pessoas com deficiência auditiva, está a Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos – FENEIS<sup>70</sup>, uma entidade filantrópica, sem fins lucrativos com finalidade sócio-cultural, assistencial e educacional na defesa e a luta dos direitos da Comunidade Surda Brasileira. O Instituto Nacional de Educação dos Surdos – INES<sup>71</sup>, responsável pelo desenvolvimento e divulgação de conhecimentos na área da surdez em todo o território nacional, sendo ele um órgão do Ministério da Educação – MEC.

---

<sup>63</sup><http://cbsurdos.org.br/>

<sup>64</sup><http://www.saci.org.br>

<sup>65</sup><http://www.acessibilidade.net>

<sup>66</sup>[http://www.newhorizons.org/spneeds/front\\_spneeds.html](http://www.newhorizons.org/spneeds/front_spneeds.html)

<sup>67</sup><http://circleofinclusion.org/>

<sup>68</sup><http://www.anditec.pt/>

<sup>69</sup><http://www-03.ibm.com/able/>

<sup>70</sup><http://www.feneis.com.br/>

<sup>71</sup><http://www.ines.org.br/>

## CAPÍTULO 5

### DEFICIÊNCIAS ABORDADAS PELO TRABALHO E FERRAMENTAS SELECIONADAS

No Decreto nº 3.298<sup>1</sup>, de 20 de Dezembro de 1999, a deficiência física é caracterizada pela alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo, acarretando o comprometimento da função física.

A deficiência auditiva caracteriza a perda parcial ou total da acuidade auditiva de um indivíduo.

A deficiência visual é definida pela perda total ou resíduo mínimo de visão relacionando a necessidade do método Braille (ou outros métodos) como meio de leitura e escrita.

A deficiência mental engloba o funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos 18 anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas.

Por fim é possível apresentar também a deficiência múltipla que compõe a associação de duas ou mais deficiências.

Cada um dos tipos de deficiência traz limitações diferentes, as quais interferem diretamente na forma como as pessoas com necessidades especiais compreendem e interagem com o mundo. Dentre os cinco tipos de deficiência existentes, a auditiva e a visual serão abordadas neste capítulo por estarem relacionadas às ferramentas assistivas a serem avaliadas para validação deste trabalho.

#### 5.1 Deficiência auditiva

A deficiência auditiva, segundo Salvendy [39], pode ser neurosensorial ou condutiva, a neurosensorial envolve prejuízo nas vias auditivas, começando na cóclea e no nervo auditivo atingindo o sistema nervoso central, interrompendo a interpretação do sinal auditivo.

A deficiência auditiva condutiva por sua vez advém da lesão do canal auditivo ou do ouvido médio, interferindo na condução do som até a cóclea. Os tipos de perda auditiva citados podem ter tido origem hereditária, traumática, por infecções virais, por medicamentos, pela doença de Ménière, por tumores cerebrais, acidentes vasculares cerebrais, caxumba, rubéola, meningite, doenças que destroem a membrana que reveste os nervos, entre outras.

A deficiência auditiva agrega limitações quanto a percepções sonoras, abrangendo desde leves perdas auditivas até a total ausência de percepção do som. Segundo Quadros [16], são identificadas como surdas, pessoas que aprendem o mundo por meio de experiências visuais e têm o direito e a possibilidade de apropriar-se da língua brasileira de sinais e da língua portuguesa para seu pleno desenvolvimento e garantia de transitar em diferentes contextos sociais e culturais.

O Decreto nº 5626 de 22 de Dezembro de 2005 apresenta uma caracterização similar em âmbito nacional, onde apresenta como pessoa surda aquela que, devido a surdez, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS.

---

<sup>1</sup><http://www.ibanezca.com.br/Decreto%203298.htm>

Existem formas de estímulos e recursos diferentes para atender os diversos graus desta deficiência. Atualmente, facilitando a integração e comunicação com indivíduos com deficiência auditiva, estão disponíveis diversos aparelhos e dispositivos de ampliação sonora.

No contexto computacional, existem normas para priorizar a utilização de alternativas visuais que se utilizam de legendas e imagens sobrepondo recursos sonoros, compondo soluções de hardware são encontrados teclados que se utilizam da linguagem de sinais e dispositivos móveis, celulares, que se utilizam da vibração para proporcionar além de funções básicas como a percepção de uma ligação, alternativas para compreensão de conceitos de ritmo, como com a utilização do aplicativo BPM Counter e VPM Counter apresentados no Capítulo 4.

## 5.2 Deficiência visual

Segundo Bonatti [8], os primeiros registros sobre as dificuldades de visão aparecem em 500 a.C. na China pelo filósofo Confúcio. Nos primórdios, o homem produzia pedras cortadas como instrumento óptico, nomeada na idade média como pedra de leitura. A armação com um par de lentes, conhecida até hoje, foi, segundo a autora, encontrada em chineses idosos em 1270 d.C. por Marco Polo.

Atualmente, além deste recurso (óculos), é possível encontrar diversas outras ferramentas que trabalham o auxílio a pessoas com baixa visão.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constatou no último censo, realizado em 2000 que existem cerca de 16,5 milhões de pessoas com deficiência visual no Brasil resultando no tipo de deficiência de maior incidência na população. Deste total, cerca de 160 mil possuem perda total da visão (visão subnormal profunda).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, uma pessoa com baixa visão possui prejuízo da função visual mesmo depois de correção e tem acuidade visual de menos que 20/70 na percepção de luz, mas utiliza, ainda que parcialmente, a visão para a execução de tarefas (visão subnormal moderada e grave). De acordo com a tabela de Snellen, uma visão normal é constatada como 20/20, definindo uma pessoa que enxergue a 20 pés de uma população que enxerga 20 pés.

A cegueira por acuidade consiste em indivíduos que enxergam aproximadamente 6 metros em comparação a um olho normal que enxerga em 60 metros, representando 1/10 de déficit em relação à visão normal.

A cegueira por campo visual por sua vez, é dada por um campo visual inferior à 10° de visão central. E a cegueira total, também conhecida pela não percepção de luz, é diagnosticada para indivíduos com ausência de percepção visual.

Segundo as classes de resposta visual propostas na 9ª Revisão da Classificação Internacional das Doenças, em 1978, existe uma correlação entre valores de acuidade visual e os equipamentos de auxílio a serem utilizados para um indivíduo com este grau de deficiência, Colenbrander [12]. Constata-se com base neste documento, que pessoas com acuidade visual subnormal moderada e grave deveriam utilizar-se de ferramentas de ampliação de telas, já pessoas cegas seriam apropriadamente auxiliados por recursos sonoros e braille.

Ainda que existam diversos recursos de auxílio para deficientes visuais no Brasil, conforme Bonatti [8], os equipamentos que atendem aos problemas advindos da visão subnormal não possuem design satisfatórios.

Dessa maneira, esta pesquisa trabalha em paralelo a esta condição, buscando tornar recursos tecnológicos usáveis, do ponto de vista funcional e de apresentação (design) para pessoas com ou sem deficiência.

### 5.3 Ferramentas assistivas selecionadas para o teste

Existem diversos softwares que buscam melhorar a condição de acessibilidade a pessoas com necessidades especiais, estes softwares possuem funções de auxílio ao desenvolvimento de tarefas que vão desde a leitura e escrita até a comunicação e o acesso à informações.

As ferramentas assistivas geralmente são projetadas para atender às necessidades especiais relacionadas a um tipo específico de deficiência.

Conforme citado no Capítulo 4, as ferramentas assistivas atuam através de diferentes funcionalidades, por exemplos, aquelas desenvolvidas para auxiliar pessoas com deficiência visual na interação com computadores podem oferecer recursos como aumentadores e leitores de tela, teclados virtuais e mouses virtuais, dentre outros.

Indivíduos com deficiência física precisam de software que ajudem a transcender barreiras de limitação motora, como mouses guiados por movimentos de cabeça, nariz, também teclados virtuais e outros. No campo da deficiência auditiva existem ferramentas como legendas textuais ou na língua de sinais. Os indivíduos com deficiência mental também são beneficiados por legendas textuais e leitores de tela, uma vez que estas pessoas possuem distúrbios de aprendizagem e talvez dislexia.

A deficiência de distúrbios de apreensão possui pouco conteúdo relacionado, neste contexto é possível citar a ferramenta Photosensitive Epilepsy Analysis Tools.

O grupo IMAGO da Universidade Federal do Paraná desenvolve diversas ferramentas que trabalham o contexto de acessibilidade. O grupo de pesquisa conta com um kit chamado Linux Acessível que integra recursos como o MouseNose e o MouseEye, uma alternativa para o uso do mouse, que segue o nariz ou o olho do usuário por técnicas de monitoramento de baixo custo utilizando uma câmera Web. O ImagoVox, um leitor de tela com interação via comando de voz. E o ampliador de telas, MouseLupa, que pode ser utilizado independente, mas também como parte integrante do kit.

O software MouseLupa foi desenvolvido para atender as necessidades especiais de pessoas com baixa visão, o seu desenvolvimento teve início em 2001, e ao longo desses sete anos, integrou diversas funcionalidades e melhorias. A ferramenta MouseLupa oferece a pessoa com necessidades especiais visuais, gratuitamente, um software de fácil manipulação e com necessidade de configurações computacionais mínimas de hardware.

Sua interface foi projetada visando criar no usuário uma associação psicológica com uma lupa de fato, tornando a compreensão quanto a seu método de interação facilitada. A apresentação do ampliador de telas é customizável, e o usuário pode escolher entre dois formatos, o retangular ou o circular, além da possibilidade de configuração do zoom, resolução do ampliador, que permite que o usuário encontre uma lente adequada a sua necessidade.

O funcionamento do MouseLupa independe da configuração de programas externos, e também não é necessário o uso de nenhum instrumento adicional para que esta visualização ocorra. Ainda que as funcionalidades desempenhadas pela ferramenta constituam importantes recursos no auxílio ao desenvolvimento de pessoas com baixa visão, é importante avaliar se tais funções atendem aos requisitos ergonômicos para usabilidade.

Por constituir uma ferramenta de código fonte de fácil acesso, o MouseLupa foi uma das ferramentas selecionadas para avaliação do teste de usabilidade, passando pela metodologia de identificação de adaptações proposta neste trabalho.

O teste objetiva, além de identificar a presença dos requisitos relacionados pela pesquisa e propor adaptações para melhorar a usabilidade da ferramenta avaliada, comprovar a multiaplicabilidade do questionário, estruturado de modo a poder avaliar qualquer

tipo de ferramenta. Por este motivo, outro software, este abordando a deficiência auditiva, foi também selecionado para compor os teste, o Jogo de Tabuadas na Língua brasileira de sinais.

O Jogo de Tabuadas na Língua brasileira de sinais - Libras, foi desenvolvido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela autora da presente pesquisa, Ohira *et al.* [34], e consiste em um agente virtual sinalizador da linguagem brasileira de sinais que repassa ao usuário surdo, toda informação necessária a sua manipulação.

A interface do jogo busca proporcionar um ambiente escolar ao aluno. Gerido por um agente virtual com aparência de professora, o aluno deficiente auditivo é orientado a escolher uma tabuada no menu de tabuadas e a responder as questões feitas aleatoriamente pela agente virtual. O processo de memorização da tabuada acontece por meio de uma atividade de entretenimento, mediada por uma linguagem conhecida e por uma tecnologia que prende a atenção do usuário.

Este software porém, passará por um processo de validação diferente ao que se submeteu o software MouseLupa. Os autores do Jogo de Tabuadas, atualizaram a ferramenta com base nos requisitos ergonômicos para usabilidade propostos nesta pesquisa. Enfocaram no design e nas funcionalidades o objetivo de tornar a ferramenta um ambiente de aprendizado favorável ao comportamento autônomo e conseqüentemente a usabilidade.

Para atender a tal objetivo, os autores não utilizaram-se do questionário para identificação das adaptações necessárias, e sim reimplementaram a ferramenta como um todo baseando-se nesses requisitos. O teste final da ferramenta constituirá em uma etapa importante para comprovar a multiaplicabilidade da metodologia bem como da efetivação do método quando utilizado durante o desenvolvimento. Por fim o questionário será aplicado de modo a verificar se de fato todos os aspectos ergonômicos foram contemplados pelo software.

## CAPÍTULO 6

### TESTE PILOTO

Como forma de validar se o questionário estruturado por esta pesquisa permite visualização de pontos não implementados ou sub-utilizados quanto a ergonomia para usabilidade de ferramentas assistivas, o mesmo foi submetido a uma aplicação prática, onde foi utilizado para avaliar a ferramenta MouseLupa.

#### 6.1 Amostra de participantes do teste

Os participantes do teste compunham cinco indivíduos, com idade variando entre nove e quarenta anos. Nenhum dos participantes havia tido contato com a ferramenta até o momento do teste. Três dentre os cinco indivíduos, não tinham muita familiaridade com a utilização de um computador. Para esses indivíduos, a interação com um computador se restringia apenas às salas escolares. O indivíduo mais jovem, ainda que tivesse tido também pouca interação com computadores, se mostrou aparentemente mais à vontade diante de seu uso.

O último do grupo possuía maior contato com o uso de computadores e teve, possivelmente, maior facilidade na manipulação e avaliação da ferramenta. Seu acompanhamento foi realizado eletronicamente, uma vez que este agregou informações (respondeu ao questionário) via email. Havia dentre eles, perceptivas diferenças quanto ao grau de deficiência visual, distinção esta que pode explicar potenciais divergências na avaliação de aspectos que abordem o contexto interface da ferramenta.

#### 6.2 Ambiente de teste

A validação do questionário ocorreu no dia 29 de Maio de 2008, sendo o mesmo utilizado para testar a usabilidade da ferramenta assistiva para deficientes visuais, MouseLupa.

Utilizou-se para o teste, os computadores do laboratório do Núcleo de Apoio a Pessoas com Necessidades Especiais (NAPNE) da Universidade Federal do Paraná.

O primeiro passo realizado foi propiciar o processo de interação, no qual os participantes tiveram contato com a ferramenta durante aproximadamente uma hora. Esta primeira etapa se mostrou bastante conturbada, uma vez que a inicialização do software nos computadores do laboratório apresentou alguns problemas técnicos.

Por constituírem máquinas com menos recursos e reguladas pela instituição, procurou-se auxílio dos técnicos do laboratório para superação de tais obstáculos.

Dessa maneira, alguns participantes tiveram o contato mais rapidamente que os outros, o que instigou a curiosidade e a ansiedade destes frente a uma correta inicialização que os levasse também, o quanto antes, ao processo de interação.

Outro momento que pode também ter impactado na coleta de dados, foi a falha do software para executar algumas funcionalidades básicas, como o acesso aos menus. Este episódio, fez com que fosse necessário mudar um dos participantes para outro computador, que por ser um notebook fez com que despertasse além do interesse no software, a satisfação no manuseio do hardware.

### 6.3 Procedimento de coleta e armazenamento

Após a experiência com a ferramenta MouseLupa, foi repassado aos participantes o questionário elaborado para coleta de dados.

O questionário foi respondido com pouco auxílio de instrução. Entende-se por auxílio de instrução, o repasse das questões oralmente para casos em que a leitura era complicada (devido ao alto grau de deficiência visual do participante) sem que maiores informações fossem fornecidas. Apenas para a participante mais jovem, 9 anos de idade, as questões eram lidas e dado um exemplo do que deveria ser analisado por ela. Dessa maneira, constatava-se sua compreensão não tendo sido observado maiores complicações para sua utilização para a participante com este perfil. Após responderem ao questionário, o teste foi dado por encerrado, e foi fornecido a cada um dos participantes, um LiveCD da ferramenta, para que pudessem, por opção, continuar explorando as funcionalidades do software.

Durante o processo de avaliação da ferramenta, foi possível notar, através de uma observação assistemática, que os participantes do teste possuíam grandes expectativas quanto a existência de uma ferramenta que lhes proporcionassem relativo auxílio na interação com computadores. Esta expectativa fez com que os mesmos avaliassem a ferramenta cautelosamente, de modo que esta pudesse se tornar o mais próximo daquilo que elas haviam idealizado.

As tabelas abaixo representam os dados coletados na pesquisa. Cada linha corresponde às respostas de um participante e cada coluna representa uma questão.

Para uma melhor representação, as questões foram substituídas pela característica principal que objetivam identificar. A última linha de cada coluna corresponde a média alcançada por cada uma das questões.

	Questão 1 Aprendizado	Questão 2 Incentivo ao uso	Questão 3 Funcionalidade	Questão 4 Confiabilidade	Questão 5 Satisfação
Participante 1	3	4	5	3	4
Participante 2	5	5	5	4	5
Participante 3	4	5	5	3	3
Participante 4	5	4	3	4	4
Participante 5	4	5	4	2	3
Médias	8,4	9,2	8,8	6,4	7,6

Tabela 1: *Questões de 1 até 5.*

	Questão 6 Completo	Questão 7 Desempenho/Tempo	Questão 8 Informações Claras	Questão 9 Compreensibilidade	Questão 10 Intuitividade
Participante 1	1	2	1	3	4
Participante 2	1	3	1	4	4
Participante 3	1	5	1	1	4
Participante 4	1	5	5	3	4
Participante 5	1	3	1	1	3
Médias	2	7,2	3,6	4,8	7,6

Tabela 2: *Questões de 6 até 10.*

	Questão 11 Padronização	Questão 12 Segurança	Questão 13 Esforço	Questão 14 Poluição Visual	Questão 15 Customização
Participante 1	1	4	3	5	4
Participante 2	2	4	5	5	4
Participante 3	3	5	3	1	5
Participante 4	5	1	2	5	3
Participante 5	5	4	1	2	3
Médias	6,4	7,2	5,6	7,2	7,6

Tabela 3: *Questões de 11 até 15.*

	Questão 16 Prevenção ao Erro	Questão 17 Recursos	Questão 18 Feedback	Questão 19 Tratamento ao Erro	Questão 20 Autonomia
Participante 1	1	1	2	5	4
Participante 2	5	1	3	5	4
Participante 3	5	1	5	5	5
Participante 4	1	1	3	5	4
Participante 5	5	1	4	4	4
Médias	6,8	2	6,8	9,6	8,4

Tabela 4: *Questões de 16 até 20.*

As respostas coletadas pela pesquisa foram analisadas provendo informações não somente sobre a usabilidade da ferramenta mas também sobre sua capacidade da identificação de aspectos que devem ser melhores definidos, validando a relação de requisitos.

## 6.4 Procedimento de análise e qualificação de dados

Após realizar a coleta de dados, estes foram agrupados segundo o aspecto fundamental para usabilidade a qual atendem. Este agrupamento resultou em quatro grupos distintos de características que permitem o melhor uso de um produto de software. Estas características são:

- Expectativas do usuário: representando a necessidade da existência do software;
- Usabilidade: constituindo o aspecto principal sendo analisado por esta pesquisa, objetivando que a funcionalidade disponibilizada pelo software possa ser usada com eficiência e satisfação pelo usuário;
- Funcionalidade: aspecto que em conjunto com a usabilidade permitem prover a completude do produto para o uso;
- Autonomia: aspecto que determina o quanto um software provê independência em seu uso por parte do usuário. Uma vez que esta pesquisa enfoca ferramentas assistivas, a autonomia no uso compreende uma característica relevante para o desenvolvimento pessoal.

Nas tabelas 5,6,7 e 8, as respostas obtidas no teste com a ferramenta MouseLupa foram separadas de acordo com seu aspecto fundamental para usabilidade.

Expectativas do Usuário		
Aprendizado	Incentivo no Uso	Satisfação
3	4	4
5	5	5
4	5	3
5	4	4
4	5	3
8,4	9,2	7,6
Média	8,4	

Tabela 5: *Expectativas do usuário.*

Usabilidade do Software							
Completude	Informações Claras	Compreensibilidade	Intuitividade	Padronização	Esforço	Poluição Visual	Recursos
1	1	3	4	1	3	5	1
1	1	4	4	2	5	5	1
1	1	1	4	3	3	1	1
1	5	3	4	5	2	5	1
1	1	1	3	5	1	2	1
2	3,6	4,8	7,6	6,4	5,6	7,2	2
Média	4,9						

Tabela 6: *Usabilidade do Software.*

Funcionalidade do Software							
Funcionalidade	Confiabilidade	Performance	Segurança	Customização	Prevenção de Erros	Feedback	Tratamento de Erros
5	3	2	4	4	1	2	5
5	4	3	4	4	5	3	5
5	3	5	5	5	5	5	5
3	4	5	1	3	1	3	5
4	2	3	4	3	5	4	4
8,8	6,4	7,2	7,2	7,6	6,8	6,8	9,6
Média				7,55			

Tabela 7: *Funcionalidade do Software.*

Autonomia Proporcionada
Autonomia
4
4
5
4
4
8,4

Tabela 8: *Autonomia.*

As 3 questões apresentadas na Tabela 5 relacionam todos os 68 requisitos identificados pela pesquisa, indicando que uma baixa pontuação neste aspecto fundamental para usabilidade acarretaria na necessidade de análise destes 68 requisitos. Cobrindo o aspecto usabilidade, estão 8 questões conforme apresentado na Tabela 6. Estas por sua vez apresentam necessidade de análise de 55 requisitos quando é constatada necessidade de adaptação.

Na Tabela 7, também relacionando 8 questões, está o aspecto funcionalidade, este representando 61 requisitos de verificação. Por fim, na Tabela 8, estão associados 24 requisitos a uma única questão tratando do aspecto autonomia.

## 6.5 Resultados coletados no teste

Nas tabelas 5, 6, 7 e 8 foi possível identificar uma representação genérica dos resultados. Cada característica, representada pela coluna, relaciona uma questão do questionário. Na tabela 5 são relacionadas características sobre as expectativas do usuário. A média foi encontrada com base nas respostas dos participantes e uma simples operação aritmética.

Como cada questão valia cinco pontos, ao final das operações, o valor era multiplicado por dois. Por exemplo: na coluna Aprendizado, as cinco primeiras linhas (linhas com números), constam as respostas dos indivíduos sobre este requisito.

As respostas dos usuários (variando entre 1 e 5), foram adicionadas e divididas por cinco (onde cinco é o número total da amostra). Após encontrada a média da questão, o resultado foi multiplicado por dois, para que o valor se tornasse decimal.

Depois que todas as médias das características foram encontradas (aprendizado, encorajamento ao uso e satisfação), uma média geral da classificação geral, expectativas do usuário foi realizada, na última linha da tabela. Este mesmo processo foi realizado em todas as outras tabelas.

Com os resultados do teste do MouseLupa foi possível observar que ainda que a ferramenta tenha alto grau de aceitação, 92 % no encorajamento ao uso e 76 % na satisfação do usuário, tabela 5, ela não possui esta alta pontuação em áreas como informações claras, 36 %, compreensibilidade, 48 % e esforço no uso, 56 %, abrangendo o aspecto de usabilidade no software, na tabela 6 (relacionando oito questões ao questionário).

Questões abordando a completude e a disponibilização de recursos associados (manual, help) também apresentaram resultados insatisfatórios. Esta baixa pontuação mostra que

existem diversos interesses e necessidades que poderiam ter sido considerados para a construção da ferramenta.

Ao se observar as características associadas a funcionalidade, na tabela 7 (relacionando oito questões ao questionário), constata-se novamente altas pontuações. Os requisitos funcionalidade, 88 %; customização, 76 %; tratamento de erros, com 96 %; performance e segurança, ambas com 72 % constituem médias relativamente altas.

Porém, ainda que predominantemente tenha tido um grau satisfatório de aceitação, em menor frequência é possível também encontrar médias mais baixas nesta característica, como em confiabilidade, com 64 %; feedback e prevenção de erros, ambos com 68 %.

A presença de melhores resultados em aspectos de funcionalidade do que em usabilidade assinalam que o desenvolvimento do software foi feito, levando em consideração, apenas o requisito funcionalidade.

Finalmente, na tabela 8 (relacionando uma questão ao questionário), abordando a autonomia do usuário, a ferramenta MouseLupa pontuou com 84% de concordância. Com isso, pôde-se constatar que as expectativas do usuário foram correspondidas, onde, ferramentas assistivas podem, de fato, prover a autonomia.

Foram propostas, com base na interpretação e análise dos resultados obtidos, diversas adaptações à ferramenta MouseLupa. Este processo de adaptação objetiva agir diretamente nos aspectos que não foram satisfatórios conforme os relatórios do teste. As propostas de adaptação visam adequar a ferramenta aos padrões de usabilidade.

## 6.6 Processo de adaptação

Após a análise dos resultados do teste, uma série de requisitos foram relacionados como proposta de adaptação do MouseLupa.



Figura 6.1: Interface do MouseLupa antes das adaptações.

Cada item identificado foi resultado do cruzamento de informações entre as médias gerais atingidas pelo questionário e os requisitos abrangidos por aquela questão. A média foi utilizada por representar o equilíbrio entre as características de maior foco e o cruzamento de informações gerou uma lista com 68 itens que deveriam ser melhorados na ferramenta.

Dentre eles constavam sugestões como aumentar a interface e as fontes de controles, inserir imagens e atalhos nas funções principais do software, aumentando consideravelmente



Figura 6.2: *Interface do MouseLupa depois das adaptações.*

a intuitividade de suas funções.

Prover meios mais fáceis de interação para acréscimo e decréscimo de zoom, ocultar informações desnecessárias, e a inserção de bordas que permitissem a detecção dos limites de ampliação da lupa pelo usuário. A integração de som, teclados virtuais e o provimento de conteúdos informativos, como manuais também foram sugeridos.

O processo de adaptação da ferramenta MouseLupa foi desenvolvido pelo grupo IMAGO, onde a equipe de desenvolvedores atuou na readequação da mesma aos padrões sugeridos. A implementação de todas estas alterações resultou em uma nova versão do MouseLupa. Nas Figuras 6.1 e 6.2, é possível visualizar as alterações efetuadas relativas a interface da ferramenta MouseLupa.

A adequação da ferramenta de acordo com os requisitos selecionados implicará não somente na disponibilização de mais uma ferramenta assitiva, mas na possibilidade de que esta possa efetivamente atender às necessidades do usuário.

Não somente foram feitas adaptações à ferramenta. O questionário que foi utilizado para coleta de dados também foi adaptado. Retirou-se uma das questões que tratavam sobre prevenção de erros devido a sua abordagem resultar sempre na mesma interpretação que a questão tratamento de erro. Uma vez que muitos dos requisitos associados para efetivação do aspecto relacionados a estas questões se repetiam, integrou-se os requisitos que não se repetiam a questão de prevenção de erro permanecendo somente esta para avaliação dos dois aspectos.

O questionário utilizado no teste, havia também sido adaptado para abordagem a ferramenta para baixa visão. Onde o contexto genérico para avaliação da ferramenta foi substituído pelo contexto da ferramenta, por exemplo, onde dizia-se "funcionalidade da ferramenta", lia-se "função de ampliação da tela visualizada". O questionário disponibilizado online ou neste trabalho permaneceu genérico, e a especificação dos contextos é legado ao avaliador caso este detecte sua necessidade.

## CAPÍTULO 7

### RESULTADOS

Diversos objetivos estabelecidos para este trabalho haviam sido desenvolvidos inicialmente para embasamento da pesquisa, como por exemplo, o estudo de terminologias relacionadas ao trabalho; o relacionamento dos requisitos para usabilidade de software assistivo; o levantamento de ferramentas assistivas disponíveis atualmente e a elaboração de um instrumento para a coleta de dados (questionário) para validar os requisitos relacionados pela pesquisa.

Realizou-se também neste momento, a primeira etapa de avaliação de ferramentas assistivas utilizando-se do método (questionário) desenvolvido. Esta etapa consistiu na realização de um teste piloto com a ferramenta MouseLupa.

Os objetivos que estavam pendentes para realização após a validação da proposta da pesquisa foram alcançados em uma segunda etapa deste trabalho.

Dentre eles, estavam, disponibilizar o método (questionário) desenvolvido online de modo a facilitar o acesso e a divulgação da pesquisa, a realização de testes com a ferramenta Jogo de Tabuadas em LIBRAS e re-testes com a ferramenta MouseLupa .

A disponibilização do método de desenvolvimento para usabilidade de software foi realizado. O uso do questionário foi viabilizado online na página do grupo IMAGO, permitindo que quando necessário o usuário acesse seu conteúdo utilizando-se de recursos computacionais assistivos, como um ampliador de tela por exemplo.

O processo de adaptação da ferramenta MouseLupa ocorreu conforme planejado resultando em uma nova versão da ferramenta. Esta nova versão foi disponibilizada online juntamente com o questionário objetivando viabilizar uma nova coleta de dados agora referente a ferramenta adaptada. Este teste porém não foi concluído, uma vez que não alcançou um número considerado suficiente de amostra para validar os resultados.

A comprovação da multi-aplicabilidade do método através do uso do questionário para teste com o Jogo de Tabuadas em LIBRAS também foi realizado. Para tanto havia sido determinado que se seguiria o mesmo procedimento de teste utilizado para o MouseLupa, aplicar o questionário na ferramenta de modo a identificar pontos falhos, realizar a adaptação e um teste final para validar as adaptações propostas.

Optou-se porém por validar o método na questão do desenvolvimento, considerando os requisitos no momento da construção da ferramenta, de modo a comprovar que produtos desenvolvidos de acordo com os requisitos selecionados constituiriam o aspecto de usabilidade ao final. Dessa maneira, esta última fase de testes realizados para validação do método proposto consistiu na adaptação da ferramenta assistiva Jogo de Tabuadas em LIBRAS segundo os requisitos para usabilidade relacionados pela pesquisa.

#### 7.1 Validação do método aplicado ao desenvolvimento de software

Iniciou-se o desenvolvimento do Jogo de Tabuadas em Libras, projetando sua interface de modo que esta se apresentasse simples e clara, mantendo sua funcionalidade de auxílio a memorização da tabuada através do uso de perguntas e respostas mediadas através da agente virtual sinalizadora da língua brasileira de sinais.

## 7.2 Metodologia de desenvolvimento orientada pelos requisitos para usabilidade

Iniciou-se o desenvolvimento de uma nova versão do Jogo de Tabuadas em LIBRAS, Ohira *et al.* [34] de modo que se pudesse aplicar os requisitos identificados no momento da construção do software.



Figura 7.1: Interface do Jogo de Tabuadas – Primeira Versão.



Figura 7.2: Interface do Jogo de Tabuadas – Versão Atual.

As guias providas por esta pesquisa, Capítulo 2, fornecem indicações específicas dos aspectos e recursos que devem ser considerados no momento do desenvolvimento em se tratando de uma ferramenta assistiva para pessoas com deficiência auditiva. Com base em tais orientações, explorando adicionalmente novas abordagens dos requisitos, desenvolveu-se uma nova versão do jogo. As alterações em relação a uma versão anterior existente da ferramenta evidenciam o uso das guias e podem ser observadas nas Figuras 7.1 e 7.2.

Dentre alguns dos requisitos considerados no desenvolvimento estão:

- Procurar atender às expectativas e intuições do usuário relacionando orientações para o deficiente auditivo, apresentando legendas textuais ou informações na língua de sinais.
- A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário, onde para o deficiente auditivo, sugere-se a exibição de informações sonoras através de recursos de legendas sempre que necessário.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada, com a sugestão de reduzir o número de controles, fazer legendas fáceis de compreender para ferramentas que visam ser utilizadas por pessoas com deficiência auditiva.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas, apresentar feedback visual, independente de som para pessoas com deficiência auditiva.

Diversos outros requisitos foram considerados no desenvolvimento, porém, os 4 citados acima permitem discorrer sobre o quanto os requisitos são subjetivos. O primeiro requisito relaciona um aspecto importante que embasou integralmente o desenvolvimento do jogo de tabuadas: é ele o uso da língua de sinais.

O objetivo principal da ferramenta é possibilitar que o usuário pratique e memorize a tabuada. Para atender tal objetivo, o usuário deficiente auditivo deve estar apto a acessar os recursos oferecidos pelo software. Considerando que o software seria utilizado por crianças do ensino fundamental, com reais dificuldades na escrita da língua portuguesa, a alternativa para viabilizar o processo foi o uso da língua de sinais.

O uso da associação de legendas, apresentada como orientação no segundo requisito também foi integrado como forma de permitir não somente a usabilidade da ferramenta, mas auxiliar no processo de aprendizado do usuário da língua escrita portuguesa.

Analisando a integração de legendas, pode-se afirmar que ainda que não explícito, seu uso permite o uso do software por pessoas fluentes na escrita em português e também auxiliam interessados fluentes na escrita de português a aprenderem os sinais de LIBRAS.

A interpretação do terceiro requisito quanto a redução do número de controles, pode levar a compreensão tanto da necessidade de que a interface não deve ser poluída esteticamente não desconcentrando a atenção do usuário, como que reduzindo o número de controles, persistirão apenas os controles realmente necessários ao usuário. Este requisito foi estudado e possibilitou um melhor uso de recursos e componentes visuais da interface. Ainda no terceiro requisito, é apresentada a necessidade de utilização de legendas fáceis de compreender, esta guia foi interpretada considerando-se como legenda os ícones apresentados na interface do software. Os ícones foram desenvolvidos utilizando-se de representações gráficas da língua de sinais, associação esta que já era considerada na primeira versão, e que foi mantida e melhorada para esta nova.

O último e tão importante requisito apresentado discorre sobre a necessidade de feedback apropriado para informar sobre o desenvolvimento das tarefas. Para atender a este requisito foram utilizados recursos visuais, sinalizações de sucesso ou insucesso da operação, por meio da agente virtual utilizada no software. Analisando-se subjetivamente este requisito identificou-se que este pode atuar também como um aspecto motivador ao uso da aplicação pelo usuário. A utilização do feedback para incentivar o usuário será utilizada.

Para tanto serão fornecidas ao final de uma iteração (jogo completo de uma das tabuadas) animações de parabenização caso o usuário tenha um rendimento superior a um padrão escolar (nota sete).

Ao final do desenvolvimento, disponibilizou-se o software online de modo a permitir o acesso facilitado para que interessados participassem no teste e validação da ferramenta assistiva.

### 7.3 Amostra de participantes do teste

O software foi disponibilizado no site do grupo de pesquisa IMAGO da Universidade Federal do Paraná juntamente com o questionário proposto viabilizando não somente a realização dos testes, como a difusão do método e de diversas outras ferramentas e pesquisas realizadas pelo grupo – Figura 7.3 e 7.4.



Figura 7.3: Acesso às Ferramentas.

Ainda que o site tenha sido amplamente divulgado, e solicitações constantes de auxílio a difusão do método e participação nos testes tenham sido realizadas, foi extremamente baixo o número de acessos e colaboradores. Necessitou-se realizar os testes da maneira tradicional, reunindo uma amostra de participantes para que a coleta se consolidasse.

Três participantes, com idades entre 25 e 30 anos, responderam ao questionário por meio do site, dois dentre eles não possuíam deficiências, porém agregavam conhecimentos relevantes a pesquisa. Estes dois participantes atuam na área de IHC - Interação Humano-Computador, onde um entre eles é conhecedor da língua brasileira de sinais e o terceiro é surdo também fluente em LIBRAS. Cinco outros participantes, com idades entre 15 e 30 anos foram contatados por meio de uma especialista na língua brasileira de sinais, sendo quatro deles fluentes em LIBRAS, e um deficiente auditivo (surdo), que também utiliza a língua de sinais para se comunicar.

  
 Grupo de Pesquisa em Visão Computacional,  
 Computação Gráfica e Processamento de Imagens

**Avaliação de Ferramentas de Acessibilidade**

O software a ser avaliado:  MouseLupa  MouseNose  Jogo de Tabuadas em Libras

Nome:

Sexo:  Masculino  Feminino

Fone:  E-mail:

Possui algum tipo de deficiência?  Sim  Não

Estaria disposto a participar / ser contatado para novas avaliações?  Sim  Não

**A minha idade está entre:**

abaixo de 15  
 15 a 20  
 21 a 25  
 26 a 30  
 31 acima

**Eu já utilizei o software que está sendo avaliado.**

Nunca  
 Poucas  
 Várias  
 Bastante  
 Todos os dias

Figura 7.4: *Questionário on-line.*

## 7.4 Ambiente de teste

O ambiente de teste ficou restrito ao site onde foi disponibilizada a ferramenta em teste (Jogo de Tabuadas) e o questionário; e ao processo de coleta de dados tradicional, questionário impresso, mediado pela colaboradora especialista em LIBRAS. Não tendo sido este, desenvolvido em ambiente específico como o realizado com o teste piloto com a ferramenta MouseLupa.

## 7.5 Procedimento de coleta e armazenamento

Os dados contemplados nos questionários respondidos foram mapeados em tabelas para análise e armazenamento. As tabelas podem ser observadas abaixo, onde cada linha corresponde às respostas de um participante. Cada coluna representa uma questão, por motivo de representação, as questões foram substituídas pela característica principal que objetivam identificar. A última linha de cada coluna corresponde a média alcançada por

cada uma das questões.

	Questão 1 Aprendizado	Questão 2 Encorajamento ao uso	Questão 3 Funcionalidade	Questão 4 Confiabilidade	Questão 5 Satisfação
Participante 1	5	5	5	5	5
Participante 2	5	5	5	5	5
Participante 3	5	5	5	5	4
Participante 4	5	5	5	5	5
Participante 5	5	5	5	3	4
Participante 6	5	5	4	5	2
Participante 7	5	5	1	5	1
Participante 8	3	3	3	3	3
Médias	9,5	9,5	8,25	9	7,25

Tabela 9: *Questões de 1 até 5.*

	Questão 6 Compleitude	Questão 7 Performance	Questão 8 Informações Claras	Questão 9 Compreensibilidade	Questão 10 Intuitividade
Participante 1	1	5	5	4	5
Participante 2	1	5	5	3	5
Participante 3	1	5	5	3	5
Participante 4	1	5	5	3	5
Participante 5	1	5	5	3	5
Participante 6	1	4	4	5	4
Participante 7	1	5	5	5	5
Participante 8	5	5	4	4	3
Médias	3	9,75	9,5	7,5	9,25

Tabela 10: *Questões de 6 até 10.*

	Questão 11 Padronização	Questão 12 Segurança	Questão 13 Esforço	Questão 14 Poluição Visual	Questão 15 Customização
Participante 1	5	1	5	5	5
Participante 2	5	1	4	4	4
Participante 3	5	1	5	5	5
Participante 4	5	1	5	5	5
Participante 5	5	1	5	5	5
Participante 6	4	1	1	4	2
Participante 7	5	1	4	4	1
Participante 8	1	5	5	5	1
Médias	8,75	3	8,5	9,25	7

Tabela 11: *Questões de 11 até 15.*

	Questão 16 Recursos	Questão 17 Feedback	Questão 18 Tratamento e Prevenção de Erros	Questão 19 Autonomia
Participante 1	5	5	5	4
Participante 2	5	5	5	4
Participante 3	4	4	5	5
Participante 4	5	5	5	5
Participante 5	5	5	5	4
Participante 6	5	5	5	1
Participante 7	5	5	5	2
Participante 8	5	5	1	2
Médias	9,75	9,75	9	6,75

Tabela 12: *Questões de 16 até 19.*

As respostas coletadas pela pesquisa foram analisadas provendo informações não somente sobre a usabilidade da ferramenta, mas também dados importantes para análise da metodologia de desenvolvimento baseado em requisitos para usabilidade.

## 7.6 Procedimento de análise e qualificação de dados

Após realizar a coleta de dados, estes foram agrupados segundo o aspecto fundamental para usabilidade a qual atendem, assim como foi realizado no teste piloto da ferramenta Mouselupa (Capítulo 6). Foram gerados quatro grupos distintos relacionados a expectativas do usuário, usabilidade, funcionalidade e autonomia.

Com base nos dados apresentados nas tabelas acima é possível constatar o equilíbrio existente entre os grupos, bem como certa homogeneidade entre as respostas dos participantes.

Expectativas do Usuário		
Aprendizado	Encorajamento no Uso	Satisfação
5	5	5
5	5	5
5	5	4
5	5	5
5	5	4
5	5	2
5	5	1
3	3	3
9,5	9,5	7,25
Média	8,75	

Tabela 13: *Expectativas do usuário.*

Usabilidade do Software							
Completeness	Informações Claras	Compreensibilidade	Intuitividade	Padronização	Esforço	Poluição Visual	Recursos
1	5	4	5	5	5	5	5
1	5	3	5	5	4	4	5
1	5	3	5	5	5	5	4
1	5	3	5	5	5	5	5
1	5	3	5	5	5	5	5
1	4	5	4	4	1	4	5
1	5	5	5	5	4	4	5
5	4	4	3	1	5	5	5
3	9,5	7,5	9,25	8,75	8,5	9,25	9,75
Média	8,19						

Tabela 14: *Usabilidade do Software.*

Funcionalidade do Software						
Funcionalidade	Confiabilidade	Performance	Segurança	Customização	Prevenção e Tratamento de Erros	Feedback
5	5	5	1	5	5	5
5	5	5	1	4	5	5
5	5	5	1	5	5	4
5	5	5	1	5	5	5
5	3	5	1	5	5	5
4	5	4	1	2	5	5
1	5	5	1	1	5	5
3	3	5	5	1	1	5
8,25	9	9,75	3	7	9	9,75
Média	7,96					

Tabela 15: *Funcionalidade do Software.*

Autonomia do Usuário
Autonomia
4
4
5
5
4
1
2
2
6,75

Tabela 16: *Autonomia.*

## 7.7 Resultados coletados no teste

Os dados coletados através dos testes realizados de maneira tradicional e pelo questionário online, assim como no teste piloto apresentaram aderências referentes a aspectos fundamentais para usabilidade de software agrupados por expectativas do usuário, usabilidade de software, funcionalidade e autonomia. Tais dados permitem tirar conclusões importantes sobre a aplicação do método no momento do desenvolvimento.

As aderências geradas foram computadas com base na média adquirida por um conjunto de questões relacionadas ao aspecto fundamental sendo analisado. As questões abordam aspectos como: aprendizado, encorajamento ao uso, funcionalidade, confiabilidade, satisfação do usuário, completude, performance, informações claras, compreensibilidade, intuitividade, padronização, segurança, esforço, poluição visual, customização, prevenção e tratamento de erros, recursos, feedback e autonomia.

A aderência do item expectativas do usuário relaciona questões de aprendizado, encorajamento de uso e satisfação. Já o item usabilidade de software abrange questões que analisam completude, informações claras, compreensibilidade, intuitividade, padronização, esforço, poluição visual e recursos disponíveis. A funcionalidade por sua vez é constituída por questões relacionadas a confiabilidade, performance, segurança, customização, prevenção e tratamento de erros, feedback e a própria funcionalidade da ferramenta. E por fim autonomia, que apresenta uma questão enfocando este aspecto.

Os aspectos relacionados as expectativas do usuário apresentaram médias relativamente altas mantendo a aderência em 87,5%. Este resultado, assim como constatado no teste piloto do software MouseLupa confirmam o interesse e necessidade na disponibilidade de ferramentas assistivas que auxiliem o desenvolvimento de pessoas com necessidades especiais. Em relação a usabilidade de software, foram constatadas também médias altas, aproximadamente 82% somente o aspecto completude pontuou abaixo, reduzindo relativamente a média. Neste caso específico é importante ressaltar uma análise que permite compreender essa baixa pontuação. O software em teste consiste um jogo de tabuadas abordando as tabuadas que vão do 1 (um) ao 5 (cinco), a versão não adaptada constitui as dez tabuadas, porém, pelo produto estar em teste, não foram implementadas as outras cinco. Dessa maneira, diversos participantes ressaltam a ausência de completude no software. Outro apontamento relacionado a esta análise é a sugestão por um dos participantes que a mesma tecnologia (comunicação através da língua de sinais por agentes virtuais) seja utilizada para auxílio em outras disciplinas, o que indiretamente mostra o contentamento do participante com a solução implementada.

Na análise das médias relacionadas a aderência de funcionalidade de software, constatou-se que estas permaneceram um tanto abaixo dos padrões alcançados pelos aspectos de usabilidade do software, 79,6%. E por fim autonomia, que contrariando previsões, ficou com uma aderência abaixo das expectativas, 67,5%. Analisou-se a obtenção de tal média por dois ângulos, o primeiro questionando a clareza quanto à apresentação da informação para coleta da opinião do usuário e outra considerando que o software Jogo de Tabuada não consiste de fato uma ferramenta de auxílio, não proporcionando autonomia ao usuário e sim complementando e integrando recursos ao indivíduo surdo principalmente se comparado aos resultados coletados com a ferramenta MouseLupa que de fato proporciona autonomia para a manipulação de computadores por pessoas com baixa visão.

As médias coletadas com os testes com o Jogo de Tabuada em LIBRAS mostram um equilíbrio entre si, onde, ainda que nenhuma tenha alcançado uma pontuação muito superior, todas alcançaram médias aceitáveis. Na teoria, o resultado obtido comprova que no momento em que o desenvolvedor foca a implementação de aspectos de usabilidade, considerando partes do software que não somente a funcionalidade, o produto final apresentará maior qualidade quanto a sua usabilidade e menor refinamento quanto a sua funcionalidade. A redução desse refinamento é conseqüência do desvio da atenção do desenvolvedor da funcionalidade em si aos aspectos de usabilidade anteriormente não considerados reduzindo a dispersão de atenção. Na prática, o produto final obtido utilizando-se desta metodologia de desenvolvimento é melhor aceito pelo usuário. Um produto projetado levando em consideração sua facilidade de uso desperta maior interesse e curiosidade, uma vez que integra diversas soluções e inovações atraentes a seu público alvo.

## CAPÍTULO 8

### CONCLUSÃO

#### 8.1 Considerações finais

Existem diversos questionários desenvolvidos para auxiliar na medição da usabilidade de software. Estes, por constituírem abordagens genéricas, mostram-se ineficientes na geração de informações relevantes que orientem um processo de adaptação preciso.

O estudo apresentado neste trabalho contribui neste aspecto. Disponibilizando o método proposto objetiva-se que o desenvolvedor de software possa não somente contar ou ter acesso a informações de orientação no momento da construção do software, mas também a alternativas de avaliação que forneçam informações diretas e sugestões sobre as necessidades de adaptações no produto final.

O método desenvolvido para ser utilizado para avaliação de usabilidade foi disponibilizado online, podendo o mesmo ser respondido utilizando-se de recursos assistivos como ampliação da resolução do navegador web, ampliadores e leitores de tela. Os métodos de desenvolvimento usável através de guias e de avaliação da usabilidade por meio de questionários consistem novas alternativas que objetivam padronizar comportamentos e características em produtos de software de modo a torná-los de fato funcionais.

O desenvolvimento de usabilidade através de guias foi testada e validada por esta pesquisa. Com base nos resultados coletados é possível afirmar que ferramentas desenvolvidas seguindo os requisitos para usabilidade resultam em produtos finais com funcionalidades menos refinadas, porém com maiores recursos para que a funcionalidade disponível possa ser de fato desfrutada pelo usuário. Estas ferramentas apresentam características de evolução, mostrando previsões de refinamento e ampliação de funcionalidades.

Aspecto este (evolução para uma nova versão) não precedente quando se trata de uma ferramenta que foi desenvolvida sem seguir guias e possivelmente não usável. Em ferramentas projetadas considerando apenas a sua funcionalidade, sem que aspectos de usabilidade sejam pensados ou planejados, ocorre muitas vezes uma dificuldade de adequação eficiente. A integração da usabilidade se torna complexa levando muitas vezes o desenvolvedor ou o usuário (cada um no seu papel) a desistência de manuseio.

A avaliação da usabilidade por meio de questionários também foi aplicada para validação. Seguiu-se o processo definido para a metodologia de avaliação de um produto que não considerou o desenvolvimento usável realizando-se a identificação de adaptações através dos dados coletados.

Nesta situação o questionário é utilizado para identificação dos aspectos não considerados, e para adaptação, são implementados os requisitos relacionados a questões com baixa pontuação. Este método foi aplicado em uma ferramenta para deficientes visuais (MouseLupa), onde foram identificados diversos aspectos que deveriam ser integrados para melhorar a usabilidade da ferramenta assistiva. Grande parte das sugestões realizadas com base nas informações coletadas nos testes foram implementadas gerando uma nova versão da ferramenta.

Pode-se afirmar que a integração de aspectos de usabilidade em ferramentas computacionais permite ampliar o número de pessoas que terão acesso e autonomia para manuseio de ferramentas assistivas seja dada uma necessidade ou apenas os benefícios advindos do

seu uso. Embora as pesquisas enfoquem o contexto ferramentas assistivas, o método foi desenvolvido de modo a ser usado também para softwares convencionais.

## 8.2 Dificuldades e restrições da pesquisa

Ao longo do trabalho, houveram diversos fatores que dificultaram e restringiram a coleta de dados e difusão da pesquisa. Durante o processo exploratório, constatou-se que pouco conteúdo associado a usabilidade de software está disponível em âmbito nacional, a maior parte das informações advém de normas, guias e ações internacionais que repercutem e são adaptadas ou traduzidas para uso no Brasil.

As referências apresentadas no trabalho, por constituírem um tema atual, polêmico e em abrangência, somavam a cada dia maiores informações, dificultando o controle e apresentação integral de autores e requisitos para usabilidade de software.

Ressalta-se que em pesquisas realizadas posteriormente ao fechamento do Capítulo 2, levantamento de requisitos, constatou-se diversos outros trabalhos relacionados com o tema em questão.

Os conteúdos apresentados em sua maioria porém, já haviam, direta ou indiretamente, sido cobertos pelos requisitos selecionados. A maior dificuldade encontrada no decorrer do trabalho se deu durante a fase de testes. No momento em que foi necessário agrupar indivíduos com determinado perfil para avaliar as ferramentas e validar a pesquisa, confrontou-se com a indisponibilidade (e falta de acesso a recursos básicos para desenvolvimento dos testes).

Em um primeiro momento, dada a necessidade de realização dos testes com a primeira ferramenta (MouseLupa), agregou-se o auxílio da colaboradora Bortolozzo [9], que desenvolve um trabalho de pesquisa sobre Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC para alunos com necessidades educacionais especiais, viabilizando o contato e participação de 5 indivíduos. Quatro dentre estes indivíduos, dado um contato posterior (reteste da mesma ferramenta adaptada), não responderam.

Buscou-se novos horizontes para realização dos testes, de modo que estes não se limitassem somente a maneira tradicional (testes presenciais em ambiente controlado), disponibilizando as ferramentas em teste e o questionário online.

Este esforço porém, inesperadamente, não obteve os resultados esperados. Após a disponibilização das ferramentas e o questionário no site do grupo de pesquisa IMAGO da Universidade Federal do Paraná, divulgou-o amplamente, ora para contatos efetuados pelos membros do grupo da linha de pesquisa acessibilidade em congressos e projetos, ora via fóruns e emails enviados a organizações e institutos que exercem trabalhos relacionados ao tema. Poucos dos contatos efetuados obtiveram respostas, dificultando e até mesmo inviabilizando a realização de testes.

A inviabilização foi dada em abrangência aos testes com o MouseLupa, visto que os testes com esta ferramenta relacionam um perfil de amostra mais restrito.

No processo de teste com a segunda ferramenta (Jogo de Tabuadas em LIBRAS), as dificuldades enfrentadas com o uso do questionário online foram semelhantes. Não obteve-se um número suficiente de amostra por este canal, tendo sido necessário pesquisas de campo para localização de indivíduos com perfil para participar dos testes. O perfil necessário para realização dos testes com esta ferramenta, surdos ou ouvintes, (priorizando a participação de pessoas surdas em idade escolar) conhecedores da língua brasileira de sinais, é mais abrangente e portanto mais acessível.

Identificou-se diversos indivíduos aptos a participar dos testes. O acesso aos indivíduos foi mediado por uma escola especializada na integração educacional de alunos com necessidades especiais auditivas, Alcindo Fanaya<sup>1</sup>.

Contatou-se para realização destes testes o auxílio técnico de Eugênio Carlos Radaelli Filho, desenvolvedor e autor em conjunto do software Jogo de Tabuadas em LIBRAS. A equipe responsável pela escola Alcindo Fanaya foi extremamente atenciosa e receptiva nas duas interações realizadas para desenvolvimento dos testes.

Na primeira tentativa objetivou-se a ambientação para implantação da ferramenta nas máquinas da escola em um ambiente linux. Foi fornecido acesso dos pesquisadores aos laboratórios de modo que estes pudessem analisar e efetivar a instalação do software.

Neste momento foi constatado que havia bloqueio, via configurações, para que nenhum software pudesse ser instalado nas máquinas. Solicitou-se auxílio do responsável do laboratório na escola que forneceu sua senha administrativa das máquinas. Esta senha porém, viabilizava apenas o gerenciamento de usuários, não permitindo demais configurações. Foi solicitado neste momento, a apresentação do software às crianças.

Uma observação assistemática deste momento permitiu constatar que tal interesse era advindo da necessidade de aprovação do software pelos professores de modo que se analisasse a relevância do mesmo para se dar continuidade às atividades.

A interação foi realizada utilizando-se dos notebooks portados pelos pesquisadores. O interesse das crianças no uso da ferramenta foi contagiante. As professoras passaram a planejar seu uso em conjunto com as atividades e repassaram seu interesse para os demais profissionais da escola.

A repercussão do software viabilizou que os responsáveis pela escola ativassem o contato repassado a eles com os técnicos de instalação da rede linux no laboratório para que se desse continuidade ao processo.

Foi confirmado neste momento que os responsáveis pela rede da escola eram integrantes do projeto Paraná Digital. Em contato telefônico, repassada a situação, diversos números telefônicos foram fornecidos para que a escola obtivesse a senha de permissão em questão.

Estabeleceu-se contato com os números fornecidos, porém nenhum dos técnicos disponibilizou a senha adicionando a informação de que este acesso não seria facilmente obtido. Concluindo que não seria possível disponibilizar o Jogo de Tabuadas em LIBRAS para os alunos através da rede de computadores linux, ainda que esta tivesse a melhor infra-estrutura (melhores máquinas) da escola.

Surgiu então a possibilidade de uso do laboratório de máquinas Windows. Para efetivação desta alternativa, foram necessárias algumas adaptações no software que havia sido desenvolvido para uso na plataforma linux.

Após as adaptações, em uma segunda interação, o software foi instalado nas máquinas windows do laboratório. Inesperadamente, ao reiniciar as máquinas, notou-se que as configurações haviam sido desfeitas. Também não seria possível utilizarmos tais recursos.

A maior frustração com estas tentativas foi decorrente da impossibilidade em se disponibilizar o recurso a escola, visto que a implantação permanente do software era não só de interesse dos desenvolvedores do software, como da unidade de ensino. Interesse esse que havia sido retratado através de comum acordo entre pesquisadores e a escola (firmados via termo de concordância) que este seria disponibilizado gratuitamente para uso e desenvolvimento dos alunos.

---

<sup>1</sup>Colégio Estadual para Surdos Alcindo Fanaya Júnior, Rua Vital Brasil, 447 – Portão, Curitiba – PR

### 8.3 Contribuições do trabalho

Como contribuições deste trabalho é possível citar:

- Disponibilização de conteúdos sobre terminologias relacionadas a pesquisa como referência ao assunto;
- Disponibilização de uma relação de requisitos para usabilidade de software assistivo;
- Disponibilização de um instrumento para a coleta de dados para avaliação da usabilidade;
- Disponibilização dos resultados e dos passos seguidos para realização de testes em ferramentas assistivas utilizando-se do método desenvolvido.
- Disponibilização do método online para difusão da necessidade e orientações para usabilidade e divulgação da pesquisa.
- Disponibilização de uma relação de ferramentas assistivas disponíveis atualmente na rede mundial de computadores;

Constata-se, com base nos objetivos do trabalho, que as informações referentes as terminologias estudadas, além de embasar o desenvolvimento do trabalho e constituir um referencial teórico robusto sobre o contexto, fornecem diversos parâmetros viabilizando a construção do conhecimento.

O levantamento dos principais requisitos para usabilidade de software, principalmente assistivos, consistiu uma das mais importantes contribuições deste trabalho. Esta contribuição é dada pela disponibilização de um guia completo, constituído não somente pelo requisito em si, mas também por orientações específicas para auxiliar o desenvolvedor ou avaliador a efetivar a implementação daquele requisito, uma vez que a interpretação sobre sua aplicabilidade é subjetiva, esta orientação se mostra uma contribuição importante para estimular novas formas de cobertura.

O desenvolvimento de um instrumento de coleta de dados que permitisse uma aplicação alternativa dos requisitos para usabilidade de software identificado representa, em conjunto com os próprios requisitos, mais uma das importantes contribuições deste trabalho. O desenvolvimento deste instrumento (questionário) viabilizou não somente a validação do método de avaliação, mas também a adaptação das ferramentas utilizadas para teste.

A disponibilização do método *online* representa a contribuição mais concreta do trabalho, uma vez que está acessível para uso e disponível para eventuais aperfeiçoamentos.

Como conteúdo complementar a este trabalho, foi realizado o levantamento de ferramentas assistivas de auxílio ao desenvolvimento de pessoas com necessidades especiais disponíveis atualmente na rede mundial de computadores. O conteúdo fornecido sobre ferramentas assistivas contribui principalmente na questão informação, uma vez que prevê referências para acesso a algumas das tecnologias existentes abordando o contexto.

### 8.4 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros é possível citar o refinamento dos requisitos selecionados com base em uma perspectiva psicológica, levando em consideração características de uso subliminares a percepção do usuário com base nas suas necessidades e conhecimentos.

Neste aspecto cita-se a redução dos requisitos através da filtragem de ações sugeridas duplicadas. Situação esta melhor julgada analisando-se se de fato as soluções apresentadas agregariam benefícios ao mesmo objetivo em questão.

Nesta abordagem é possível relacionar a necessidade de retirada da questão 6 do questionário, uma vez que constatou-se através de revisão que seus requisitos são repetidamente avaliados pela questão 17.

E também na integração de novos requisitos adicionados com base na análise de novos recursos de usabilidade disponibilizados atualmente. Por exemplo o uso de hints informativos<sup>2</sup>.

Se este recurso fosse aplicado para deficientes auditivos, seria necessário fornecer dicas visuais por meio de animações sinalizadas. Porém para tanto, deveria-se realizar uma análise do quanto tal integração beneficiaria ou até mesmo prejudicaria o uso do software por deficientes auditivos.

Outro objetivo visualizado para continuidade deste trabalho estaria na disponibilização *on-line* da análise de dados coletados pelo método e a geração de adaptações, juntamente com as ferramentas desenvolvidas pelo grupo IMAGO e o questionário construído por esta pesquisa. Bem como a aplicação do método para outros tipos de software assistivos ou não, além de proporcionar para pessoas com deficiência auditiva, por exemplo, opção para responder ao questionário através da sua língua mãe, viabilizando o uso de animações sinalizadora de LIBRAS para comunicação.

Ainda nos conteúdos disponibilizados *on-line* buscaria-se integrar um contador de acessos e espaço para sugestões de modo que se pudesse efetuar um controle da difusão do método e de eventuais contribuições.

---

<sup>2</sup>Na tecnologia da informação, consistem "balõezinhos" explicativos exibidos com informações sobre o recurso selecionado pelo mouse.

## ANEXO I – Relação Questionário x Requisitos

- Acredito que as pessoas aprenderiam a usar este software rapidamente. Abordagem: Aprendizado
  - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
  - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais. (caso o software seja direcionado para pessoas cegas)
  - Prover meios de acessar informações sem uso de capacidades visuais. (caso o software seja direcionado para pessoas cegas)
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
  - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.(disponibilizar alertas sonoros para pessoas cegas)
  - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
  - O uso da aplicação não deve alterar configurações do sistema operacional.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - O uso do mouse não deve causar efeitos secundários inesperados.
  - A navegação através do teclado não deve causar efeitos secundários inesperados.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - A interface da aplicação não deve substituir configurações de contraste, cor, tamanho e outros aspectos visuais previamente configurados pelo usuário.
  - Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
  - Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.

- Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
  - Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
  - Prover aspectos de segurança quanto à falhas.
  - Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Informações textuais devem seguir o padrão do sistema operacional.
  - Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
  - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar(ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu recomendaria o uso deste software porque ele facilita a utilização do computador por pessoas com baixa visão. Abordagem: Incentivo ao uso
    - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
    - Prover sempre que possível que pessoas deficientes ou não utilizem o mesmo meio(dispositivo) ou equivalentes, integrando canais de interação que possam beneficiar a diversidade. (deve suprir a deficiência, mas não deve expô-la)
    - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
    - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
    - Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
    - Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
    - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
    - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
    - Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
    - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.

- Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
- O uso da aplicação não deve alterar configurações do sistema operacional.
- A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
- A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
- Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
- O uso do mouse não deve causar efeitos secundários inesperados.
- A navegação através do teclado não deve causar efeitos secundários inesperados.
- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- A interface da aplicação não deve substituir configurações de contraste, cor, tamanho e outros aspectos visuais previamente configurados pelo usuário.
- Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
- Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos. (conteúdos consistentes repassados por leitores)
- Maximizar o número de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
- Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e consequências advindas de ações acidentais ou sem intenção,.
- Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
- Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
- Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
- Prover aspectos de segurança quanto à falhas.
- Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
- Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.

- Informações textuais devem seguir o padrão do sistema operacional.
  - Prover informações quanto à localização de conteúdo e contexto.
  - Prover informações de localização do cursor.
  - Uma das necessidades para acessibilidade é identificar o foco onde o usuário está trabalhando.
  - Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela.
  - Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
  - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - Assegurar que a percepção textual e de figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores.
  - Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu acho que com a ferramenta é possível ler os conteúdos da tela mais facilmente do que sem ela. Abordagem: Funcionalidade
    - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
    - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
    - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
    - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
    - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
    - Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
    - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
    - Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
    - Prover escolhas para métodos de interação e uso.
    - Prover acesso ambidestro.

- A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
- A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
- Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- A interface da aplicação não deve substituir configurações de contraste, cor, tamanho e outros aspectos visuais previamente configurados pelo usuário.
- Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
- Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
- Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
- Informações textuais devem seguir o padrão do sistema operacional.
- Prover informações quanto à localização de conteúdo e contexto.
- Prover informações de localização do cursor.
- Uma das necessidades para acessibilidade é identificar o foco onde o usuário está trabalhando.
- Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela.
- Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
- Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
- Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
- Assegurar que a percepção textual/figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores. (casos de daltonismo)
- Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada.

- A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
  - Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar (ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu acho que os comandos do software fazem exatamente o que dizem fazer. Abordagem: Confiabilidade
    - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
    - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
    - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
    - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
    - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
    - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
    - Eliminar complexidades desnecessárias.
    - Procurar atender às expectativas e intuições dos usuários.
    - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentido caso lidos fora do contexto.
    - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
    - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
    - Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
    - Maximizar o número de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
    - Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
    - Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
    - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
    - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - Minhas necessidades foram em sua maioria consideradas e atendidas neste software. Abordagem: Satisfação

- Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
- Prover sempre que possível que pessoas deficientes ou não utilizem o mesmo meio(dispositivo) ou equivalentes, integrando canais de interação que possam beneficiar a diversidade.
- Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
- Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
- Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
- Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
- Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
- Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
- Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
- Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
- Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
- Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
- O uso da aplicação não deve alterar configurações do sistema operacional.
- Prover escolhas para métodos de interação e uso.
- Prover acesso ambidestro.
- As aplicações devem ser projetadas de modo que não seja necessário o uso do mouse.
- Permitir configuração de atalhos no teclado.
- A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
- Facilitar ações que exijam precisão.
- A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
- Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
- O uso do mouse não deve causar efeitos secundários inesperados.
- A navegação através do teclado não deve causar efeitos secundários inesperados.

- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- Prover uso de dispositivos independentes e de fácil detecção.
- Maximizar o número de pessoas que possam operar controles fisicamente e outros mecanismos de entrada.
- Permitir que o usuário mantenha uma posição corporal neutra.
- Minimizar ações repetitivas.
- Minimizar o esforço físico.
- A interface da aplicação não deve substituir configurações de contraste, cor, tamanho e outros aspectos visuais previamente configurados pelo usuário.
- Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
- Provenha acomodação para variações e manutenção de tamanhos.
- Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
- Maximizar o número de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
- Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.
- Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
- Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
- Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
- Prover aspectos de segurança quanto à falhas.
- Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
- Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
- Informações textuais devem seguir o padrão do sistema operacional.
- Prover informações quanto à localização de conteúdo e contexto.
- Prover informações de localização do cursor.
- Uma das necessidades para acessibilidade é identificar o foco onde o usuário está trabalhando.

- Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela.
  - Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
  - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - Assegurar que a percepção textual e de figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores.
  - Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada.
  - Assegurar interrupção de movimentos, intermitência, curso e atualizações automáticas para pessoas com deficiências de apreensão, cognitivas ou auditivos.
  - Coibir o uso de intermitência textual, de objetos ou elementos em frequências de 2 a 55HZ.
  - Prover compatibilidade do aplicativo com técnicas e dispositivos diversos para conforto no uso por pessoas com limitações sensoriais.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
  - Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar (ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Você pode citar alguma sugestão que possa melhorar o software? Abordagem: Completude
    - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
    - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
    - Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
    - Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
    - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
    - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
    - Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
    - Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
    - Prover escolhas para métodos de interação e uso.

- Prover acesso ambidestro.
  - A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
  - Facilitar ações que exijam precisão.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
  - Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
  - Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Prover navegação por teclado com ordem consistente, da direita para esquerda e de cima para baixo.
  - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu acho que o software é muito lento, demora muito para começar a funcionar quando eu o inicio. Abordagem: Desempenho

- Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
  - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
  - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
  - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
  - Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
  - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
  - Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
  - A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários..
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
  - Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
- As informações apresentadas pela "Ajuda" são simples e claras? Abordagem: Informações Claras

- Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
- Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
- Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
- Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
- Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
- Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
- A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
- Facilitar ações que exijam precisão.
- A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
- Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
- Procurar atender às expectativas e intuições dos usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
- Maximizar o número de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
- Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
- Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
- Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
- Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
- A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.

- As informações, legendas, abreviações, símbolos, imagens e mensagens apresentadas são simples e claras? Abordagem: Compreensibilidade
  - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
  - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
  - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
  - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
  - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
  - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
  - Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.
  - Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela.
  - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.

- Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
- A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
- Eu acho que será fácil lembrar como funciona o software, mesmo depois de algum tempo sem utilizá-lo. Abordagem: Intuitividade
  - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
  - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
  - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
  - Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.

- Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu acho que o software possui uma interface bem diferente do padrão, ou seja, ele é bem diferente do windows. Abordagem: Padronização
  - Prover sempre que possível que pessoas deficientes ou não utilizem o mesmo meio(dispositivo) ou equivalentes, integrando canais de interação que possam beneficiar a diversidade.
  - O uso da aplicação não deve alterar configurações do sistema operacional.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - A interface da aplicação não deve substituir configurações de contraste, cor, tamanho e outros aspectos visuais previamente configurados pelo usuário.
- Eu posso encerrar o uso do software quando eu estiver escrevendo (ex: um documento de texto), sem perdas? Abordagem: Segurança
  - Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
  - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
  - Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
  - Facilitar ações que exijam precisão.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
  - Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.
  - Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
  - Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.

- Para iniciar/reiniciar o software é preciso seguir uma hierarquia de tarefas. Abordagem: Esforço
  - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
  - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - As aplicações devem ser projetadas de modo que não seja necessário o uso do mouse.
  - Facilitar ações que exijam precisão.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - Assegurar que a percepção textual e de figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores.
  - Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
  - Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar(ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu acho que o software possui informações desnecessárias. Abordagem: Poluição Visual
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.

- Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
  - Prover escolhas para métodos de interação e uso.
  - Facilitar ações que exijam precisão.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
  - Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
  - Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Incluir hints que informem sobre atalhos e outros.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu acho que o software possui diversos tipos de configurações que facilitam seu uso.  
Abordagem: Customização
    - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
    - Prover sempre que possível que pessoas deficientes ou não utilizem o mesmo meio(dispositivo) ou equivalentes, integrando canais de interação que possam beneficiar a diversidade.
    - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
    - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
    - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
    - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.

- Maximizar o número de pessoas que podem acessar a documentação.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender a documentação.
- Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
- Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
- Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
- Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
- O uso da aplicação não deve alterar configurações do sistema operacional.
- Prover escolhas para métodos de interação e uso.
- Prover acesso ambidestro.
- As aplicações devem ser projetadas de modo que não seja necessário o uso do mouse.
- Permitir configuração de atalhos no teclado.
- A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
- Facilitar ações que exijam precisão.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- Minimizar ações repetitivas.
- Minimizar o esforço físico.
- Provenha acomodação para variações e manutenção de tamanhos.
- Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
- Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
- Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
- Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
- Maximizar a legibilidade de informações essenciais.

- A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
- Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Eu posso configurar o ampliador de tela para uma resolução bem alta, mas aí ele pára de funcionar. Abordagem: Prevenção de Erros
  - Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
  - A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
  - Facilitar ações que exijam precisão.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
  - Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
  - Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção,.
  - Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
  - Prover aspectos de segurança quanto à falhas.
  - Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar(ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.

- Você acha que este software poderia ter mais opções ou funções? Cite algumas se sim. Abordagem: Recursos
  - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
  - Prover configurações conforme as necessidades do usuário.
  - Prover escolhas para métodos de interação e uso.
  - Prover acesso ambidestro.
  - Permitir configuração de atalhos no teclado.
  - A possibilidade de ajuste de tamanhos aumenta a usabilidade de uma aplicação.
  - Facilitar ações que exijam precisão.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Minimizar ações repetitivas.
  - Minimizar o esforço físico.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
  - Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.
- Teve momentos em que o software demorou para executar um comando e eu não sabia se ele tinha parado de funcionar. Abordagem: Feedback
  - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
  - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
  - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
  - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.

- Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
- Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
- Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
- Ações para privacidade e segurança devem beneficiar igualmente todos os usuários.
- Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
- A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
- Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
- Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
- Eliminar complexidades desnecessárias.
- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
- Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.
- Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
- Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
- Prover aspectos de segurança quanto à falhas.
- Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
- Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
- Uma das necessidades para acessibilidade é identificar o foco onde o usuário está trabalhando.
- Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela.

- Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
- Assegurar que a percepção textual e de figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores.
- Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada.
- A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
- Eu acho que o software deu erro (ex: travou fechou, executou uma ação não desejada). Abordagem: Tratamento de Erro
  - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
  - Prover equivalentes sonoros para conteúdos visuais.
  - Maximizar o número de pessoas que não perderão informações importantes caso não possam ouvir.
  - Prover pelo menos um meio de acessar informações sem o uso de capacidades visuais.
  - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
  - Maximizar o número de pessoas que podem ver claramente saídas visuais.
  - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
  - Não se deve relacionar informações à condições temporais, em casos de uso, permitir que sejam configuráveis.
  - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
  - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
  - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
  - Eliminar complexidades desnecessárias.
  - Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
  - Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
  - Maximizar o número de pessoas que podem determinar o estado ou configuração de controles se não puderem enxergar.
  - Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
  - A interface do usuário deve considerar o design acessível.
  - Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.

- Maximizar o número de pessoas que vão ter um sinal para saídas visuais e impressas.
  - Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.
  - Eliminar ou isolar possíveis elementos causadores de erros.
  - Prover mensagens sonoras e dicas visuais ou táteis de erros cometidos.
  - Prover aspectos de segurança quanto à falhas.
  - Desencorajar ações inconscientes em tarefas.
  - Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
  - Prover informações que possam ser acessadas via sonora ou visual, uma vez que usados em conjunto, possuem sua efetividade reforçada.
  - Imagens devem prover equivalentes textuais consistentes relacionados.
  - Uma das necessidades para acessibilidade é identificar o foco onde o usuário está trabalhando.
  - Fornecer informações sobre a identificação para manipulação de objetos na tela.
  - Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
  - Assegurar que a percepção textual e de figuras possam ser compreendidas também sem o uso de cores.
  - Não relacionar cores à ação, intervenção ou compreensão da informação repassada.
  - A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
- Eu acho que a ferramenta proporciona autonomia, ou seja, eu consigo fazer tarefas com o auxílio do software que antes eram difíceis para eu fazer sozinho. Abordagem: Autonomia
    - Prover formato e ritmo adaptados de informações, considerando as necessidades do usuário.
    - Prover apresentações redundantes em diferentes formatos de informações essenciais.
    - Oferecer recursos alternativos objetivando atender a diversidade de usuários, integrando canais de comunicação que evitem a separação e isolamento de usuários.
    - A aplicação deve ser fácil de usar e adaptável às tarefas, conhecimentos e necessidades do usuário.
    - Maximizar o número de pessoas que podem entender como operar controles e outros mecanismos de entrada.
    - Prover alternativa textual para controles, objetos, ícones, imagens da interface de modo a atender a diversidade de usuários.
    - Eliminar complexidades desnecessárias.

- Procurar atender às expectativas e intuições do usuários.
- Nomear rótulos, controles, mensagens e objetos, quando possível, com nomes que façam sentidos caso lidos fora do contexto.
- Prover feedback apropriado para informar o usuário sobre as tarefas.
- A interface do usuário deve considerar o design acessível.
- Facilidade ao acesso a elementos importantes para o usuário.
- Provenha acomodação para variações e manutenção de tamanhos.
- Prover opções adequadas para uso por pessoas com dispositivos assistivos.
- Maximizar o numero de pessoas que possam alcançar controles e componentes do sistema.
- Prevenir erros humanos de modo a diminuir danos e conseqüências advindas de ações acidentais ou sem intenção.
- Tornar os elementos mais usados, mais acessíveis.
- Utilizar princípios de ergonomia para prover maior usabilidade e acessibilidade.
- Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
- Prover compatibilidade do aplicativo com técnicas e dispositivos diversos para conforto no uso por pessoas com limitações sensoriais.
- A informação deve atender às necessidades especiais do usuário, onde, ao inicializar uma ferramenta assistiva, este já deve vir configurado de modo a facilitar seu uso, exercendo sua funcionalidade desde o princípio.
- Prover alternativas para possibilitar a manipulação de aplicações através dos dispositivos da vontade do usuário o mais cedo possível.
- Maximizar o número de pessoas que podem manipular e operar (ativar, usar e desativar) dispositivos assistivos.
- Deve ser possível manter configurações de acessibilidade estabelecidas para uma próxima interação.

## REFERÊNCIAS

- [1] *Man/Machine integration – The Coming Age Infotech State-Of-The-Art Report*, 1985.
- [2] *Usability Evaluation with the Cognitive Walkthrough*, 1995.
- [3] *Why You Only Need to Test with 5 Users*, 2000.
- [4] J. M. C. Bastien e D. L. Scapin. Evaluating a user interface with ergonomic criteria. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(2):105–121, 1995.
- [5] E. Bergman e E. Johnson. *Advances in human-computer interaction*. Ablex Publishing Corp., 1995.
- [6] M. A. Boden. Autonomy: What is it? *Modelling Autonomy Workshop*, 1(1):1–6, 1996.
- [7] P. Bohman. Cognitive disabilities part 1: We still know too little, and we do even less. *Web Accessibility in Mind*, (1):3, 2004.
- [8] F. A. S. Bonatti. Desenvolvimento de equipamento de auxílio à visão subnormal. *Arq. Brasileiro de Oftalmologia*, 69(2):221–226, 2006.
- [9] A. R. S. Bortolozzo. Gt neetic - uma experiência de grupo de trabalho sobre necessidades educacionais especiais e tecnologias de informação e comunicação. *Dia-a-Dia Educação – Portal Educacional do Estado do Paraná*, 1(1):598–606, 2007.
- [10] M. R. Brugnera. Domótica. *I Jornada Científica da Unibrattec*, 1(1):1–6, 2006.
- [11] J. G. S. Bueno. *Educação Especial Brasileira: Integração/Segregação do Aluno Diferente*. EDUC, 1993.
- [12] A. Colenbrander. Disability evaluation – vision. *AMA Guides*, 5:1–21, 2000.
- [13] Apple Computer. *Macintosh human interface guidelines*. Apple Computer, Inc., 1992.
- [14] CENAFOR Centro Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal para a Formação Profissional. *Técnica de Pesquisa Survey*. Ministério da Educação e Cultura, 1980.
- [15] G. de M. Jannuzzi. *A Luta pela Educação do Deficiente Mental no Brasil*. Autores Associados, 1986.
- [16] Reonice Müller de Quadros. *O tradutor e intérprete de língua brasileira de sinais e língua portuguesa*. MEC, 2004.
- [17] C. Dias. *Usabilidade na Web – Criando Portais Mais Acessíveis*. Alta Books, 2003.
- [18] D. Fox e S. Naidu. Usability evaluation of three social networking sites. *Usability News*, 11(1):1–11, 2009.
- [19] A. C. Gil. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Editora Atlas, 1989.

- [20] F. Godinho, C. Santos, A. F. Coutinho, e P. Trigueiros. *Tecnologias de Informação sem Barreiras no Local de Trabalho*. UTAD - Universidade de Trás-dos-Montes e Alto Douro, 2004.
- [21] N. C. Goodwin. Functionality and usability. *Communications of ACM – Computing Practices*, 30(3):229–233, 1987.
- [22] S. M. Harrison. Opening the eyes of those who can see to the world of those who can't: A case study. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(1):22–26, 2005.
- [23] M. Y. Ivory e M. A. Hearst. The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Computing Surveys*, 33(4):479–516, 2001.
- [24] T. Kato e M. Hori. Beyondy perceivability: critical requirements for universal design of information. *8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and accessibility*, páginas 287–288, 2006.
- [25] G. Kwon, D. Han, e W. C. Yoon. Evaluation of software usability using scenarios organized by abstraction structure. *14th European conference on Cognitive ergonomics*, páginas 19–22, 2007.
- [26] A. Lemos. *Cidade Digital: portais, inclusão e redes no brasil*. EDUFBA, 2007.
- [27] T. R. B. Luiz e P. F. de Araújo. Avaliação de um programa de atividade rítmica adaptada para variação dos parâmetros de velocidade do ritmo para pessoas surdas. *Revista brasileira de Ciência e Movimento*, 11(3):27–32, 2003.
- [28] M. J. S. Mazzota. *Educação Especial no Brasil: História e Políticas Públicas*. Editora Cortez, 1996.
- [29] A. A. B. Miranda. *A Prática Pedagógica do Professor de Alunos com Deficiência Mental*. Tese de Doutorado, Doutorado em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, 2003.
- [30] S. Murphy. Accessibility of graphics in technical documentation for the cognitive and visually impaired. páginas 12–17, 2005.
- [31] J. Nielsen. Usability inspection methods. *Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1995.
- [32] P. Nohama, L. A. Liegel, e M. M. R. Gogola. Layout de teclado para uma prancha de comunicação alternativa e ampliada. *Revista brasileira de educação especial*, 14(3):479–496, 2008.
- [33] J. N. och Dag, B. Regnell, O. S. Madsen, e A. Aurum. An industrial case study of usability evaluation in market-driven packaged software development. *9th International Conference on Human-Computer Interaction*, páginas 425–429, 2001.
- [34] L. M. Ohira, E. C. R. Filho, e E. F. Damasceno. Agente virtual conhecedor da linguagem brasileira de sinais, libras, de ajuda no ensino a portadores de necessidades especiais. *Anais do XXVI Congresso da SBC*, 1(1):349–352, 2006.

- [35] H. Pistori, P. S. Martins, M. C. Pereira, A. A. de Castro, e J. J. Neto. Sigus - plataforma de apoio ao desenvolvimento de sistemas para inclusão digital de pessoas com necessidades especiais. *Revista IEEE América Latina*, 5(7):515–521, 2007.
- [36] J. Preece. *A guide to usability: human factors in computing*. Addison Wesley, 1993.
- [37] P. S. Reed, D. Gardner-Bonneau, e S. Isensse. Software accessibility standards and guidelines: progress, current status, and future developments. *Universal Access in the Information Society*, 3(1):30–37, 2004.
- [38] M. Rowan, P. Gregor, D. Sloan, e P. Booth. Evaluating web resources for disability access. páginas 80–84, 2000.
- [39] G. Salvendy. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. John Wiley and Sons Inc., 2006.
- [40] L. M. C. Santarosa e L. M. Passerino. Inclusão digital de pessoas com necessidades educacionais especiais: Edukito. *Taller Internacional de Software Educativo (TISE)*, páginas 1–12, 2003.
- [41] G. M. Santos. Normalização da acessibilidade: Novas fronteiras. *Anais do II Seminário ATIID – Acessibilidade, TI e Inclusão Digital*, 1(1):1–4, 2003.
- [42] I. E. Santos. *Textos selecionados de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica*. Editora Impetus, 2003.
- [43] R. K. Sasaki. Terminologias sobre deficiência na era da inclusão. *Revista Nacional de Reabilitação*, (24):6–9, 2002.
- [44] M. Schiessl, S. Duda, e R. Fischer. Kids’ space. *9th International Conference on Human-Computer Interaction*, páginas 1208–1220, 2001.
- [45] B. Shneiderman. *Designing the User Interface - Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley, 1992.
- [46] R. F. Silva, L.S. Júnior, e P.F. Araújo. *Educação Física Adaptada no Brasil – da História à Inclusão Educacional*. Phorte, 2008.
- [47] J. Small, P. Schallau, K. Brown, e R. Appleyard. Web accessibility for people with cognitive disabilities. *Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 2–7, 2005.
- [48] S. Stainback e W. Stainback. *Inclusão, Um guia para educadores*. Artmed, 1999.
- [49] L. Thurstone. Attitudes can be measured. *America Journal of Sociology*, 33(4):529–554, 1928.
- [50] G. C. Vanderheiden. Making software more accessible for people with disabilities: a white paper on the design of software application programs to increase their accessibility for people with disabilities. *SIGCAPH Computers and Physical Handicapped*, 1(47):2–32, 1993.
- [51] M. Warschauer. *Technology and Social Inclusion Rethinking the digital divide*. MIT-Press, 2003.

- [52] M. E. Wiklund. *Usability in practice: how companies develop user-friendly products*. AP Professional, 1994.
- [53] A. P. Zugliani, T. F. G. Motti, e R. M. Castanho. O autoconceito do adolescente deficiente auditivo e sua relação com o uso do aparelho de amplificação sonora individual. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 13(1), 2007.