



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNÓLOGO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

CÍCERO LEONARDO DA SILVA

**MAKEVISIO - PLATAFORMA DE AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA
VISUAL PARA NAVEGAÇÃO NA INTERNET**

TERESINA, PIAUÍ

2019

CÍCERO LEONARDO DA SILVA

MAKEVISIO - PLATAFORMA DE AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL
PARA NAVEGAÇÃO NA INTERNET

Projeto apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Orientador: Prof. M^º. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Alves Elias da Silva

TERESINA, PIAUÍ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Cícero Leonardo da

S586m MAKEVISIO : plataforma de auxílio a pessoas com deficiência visual para navegação na internet / Cícero Leonardo da Silva. - 2019.
46 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2019.

Orientador : Prof. Me. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana.

Coorientador : Prof. Dr. Thiago Alves Elias da Silva.

1. Internet para cegos. 2. WCAG. 3. Acessibilidade. 4. Adequação de usabilidade. 5. Tecnologia assistiva. I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

CÍCERO LEONARDO DA SILVA

MAKEVISIO - PLATAFORMA DE AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL
PARA NAVEGAÇÃO NA INTERNET

Projeto apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Aprovado pela banca examinadora em _____.

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. M^º. Fernando Castelo
Branco Gonçalves Santana**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof. Dr. Thiago Alves Elias da
Silva**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof. M^º. Rogério da Silva
Batista**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof^a. M^º. Adriana Ferreira de
Sousa**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

TERESINA, PIAUÍ

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar a oportunidade de caminhar rumo à realização dos meus sonhos e também me proporcionar o conhecimento necessário para superar os obstáculos.

Agradeço a meus pais, pois foram os primeiros mestres em minha vida e por meio deles pude ver que somente trilhando a estrada do conhecimento, conseguimos vencer as batalhas impostas pelo mundo.

Agradeço a minha filha, pois sua existência mudou meu jeito de ver o mundo.

Agradeço a minha esposa por me mostrar que tudo tem um motivo de ser.

Agradeço aos amigos encontrados nessa caminhada, pois me mostraram que existem muitos tipos de equipes e que devemos ser perseverantes se quisermos alcançar nossos objetivos.

Agradeço ao (NAU Núcleo de Acessibilidade da UFPI) pelo pronto atendimento a meu pedido e aos alunos que puderam contribuir, tão gentilmente com este trabalho.

Agradeço ao NAPNE (Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas) do IFPI e seus alunos, por também gentilmente, atenderem minha solicitação, ajudando a construir esse trabalho.

Agradeço aos professores Rogério da Silva Batista e Adriana Ferreira de Sousa por aceitarem participar de minha banca de defesa deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço em especial a meus orientadores Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana e Thiago Alves Elias da Silva por terem abraçado este trabalho, por suas orientações e conselhos.

“Toda obra humana, toda, sem exceção, cria no espírito a imagem do pensamento e só depois se materializa.” (Tia Neiva)

RESUMO

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) tornaram-se primordiais em todos os aspectos da vida das pessoas, tanto para atividades profissionais quanto para o lazer e comunicação entre indivíduos. A acessibilidade a essas tecnologias, tem sido preocupação de órgãos que padronizam a internet, como a *World Wide Web Consortium* (W3C) e dos governos que criam bases para o desenvolvimento de páginas de forma que estejam acessíveis a todas as pessoas, inclusive as com deficiência. Contudo, encontram-se na internet, páginas em desacordo com as linhas guias propostas para o desenvolvimento dessas, o que dificulta a utilização de ferramentas que promovem a acessibilidade, prejudicando o direito de acesso a seu conteúdo. A utilização da internet por pessoas com deficiência visual, tanto de forma acadêmica quanto profissional e para o lazer, tem sido alcançado com o uso de tecnologia assistiva, principalmente dos leitores de tela, porém as limitações desses e o descumprimento das regras de acessibilidade prejudicam a usabilidade e a experiência do usuário cego. Este trabalho apresenta a Makevsio, uma plataforma acessível pela internet que converte páginas de sítios eletrônicos para exibi-las de forma adequada a pessoas com deficiência visual.

Palavras-chaves: Internet para Cegos, WCAG, Acessibilidade, Adequação de Usabilidade, Tecnologia Assistiva

ABSTRACT

Information and communication technologies (ICT) have become paramount in all aspects of people's lives, both for professional activities and for leisure and communication between individuals. Accessibility to these technologies has been a concern of Internet-standardizing bodies such as the World Wide Web Consortium (W3C) and governments that create the basis for web pages to be accessible to everyone, including those with disabilities. . However, pages on the Internet are in disagreement with the guidelines proposed for their development, which makes it difficult to use tools that promote accessibility, impairing the right of access to their content. The use of the internet by visually impaired people, both academically and professionally and for leisure, has been achieved through the use of assistive technology, especially for screen readers, but their limitations and non-compliance with accessibility rules hinder usability and the blind user experience. This work introduces Makevsio, an internet-accessible platform that converts web pages to display them appropriately for visually impaired people.

Key-words: Web for the Blind, WCAG, Accessibility, Usability Appropriateness, Assistive Technologie

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Protótipo de interface	22
Ilustração 2 – Fluxograma	23
Ilustração 3 – Casos de Uso	29
Ilustração 4 – Diagrama de Classes	30
Ilustração 5 – Diagrama de Atividades	31
Ilustração 6 – Página Inicial Makevisio	32
Ilustração 7 – Busca pelo Termo Acessibilidade	33
Ilustração 8 – Página Acessível	33
Ilustração 9 – Página de <i>Links</i>	34
Ilustração 10 – Ambientação com o sistema	37
Ilustração 11 – Encontrar elementos da página	38
Ilustração 12 – Digitar uma busca	38
Ilustração 13 – Saber quando a página carregou	39
Ilustração 14 – Navegar pelo resultado	39
Ilustração 15 – Clicar no resultado	40
Ilustração 16 – Navegar com o mouse	41
Ilustração 17 – Clicar no conteúdo	41
Ilustração 18 – Total de tarefas	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados da entrevista	26
Tabela 2 – Caso de Uso 01	28
Tabela 3 – Caso de Uso 02	28
Tabela 4 – Caso de Uso 03	28
Tabela 5 – Alunos da Universidade Federal do Piauí(NAU - Núcleo de Acessibilidade da UFPI)	46
Tabela 6 – Alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí(NAPNE - Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas)	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	Organização Mundial de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
eMAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
ONU	Organização das Nações Unidas
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
NIC.br	Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR
ONG	Organização não Governamental
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
SVG	<i>Scalable Vector Graphics</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
DOS	<i>Disk Operating System</i>
NVDA	<i>NonVisual Desktop Access</i>
MVC	<i>Model View Controller</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização	12
1.2	Objetivos	13
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivos Específicos	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Deficiência Visual	15
2.2	Internet	15
2.3	Acessibilidade	16
2.4	W3C	16
2.5	Governo Eletrônico	17
2.6	Usabilidade	17
2.7	Tecnologia Assistiva	17
2.8	Leitores de Tela	18
3	TRABALHOS RELACIONADOS	19
3.1	Avaliação de Usabilidade de Usuários Cegos e Videntes no Design Responsivo e Não-Responsivo na Web	19
3.2	NAVAUX - Interface de Navegação <i>web</i>	19
3.3	WebAnywhere: Um Leitor de Tela Específico para Web.	20
3.4	Acessibilidade na web: plugin para facilitar o acesso ao conteúdo	21
4	MAKEVISIO - PLATAFORMA DE AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL PARA NAVEGAÇÃO NA INTERNET	22
4.1	Validação	24
4.2	Entrevista	25
4.3	Requisitos para desenvolvimento da Makevisio	27
4.4	Casos de Uso	28
4.5	Diagrama de Classes	29
4.6	Diagrama de Atividades	30
4.7	Aplicação	31
5	TESTES	35
5.1	Avaliação Heurística	35
5.1.1	Visibilidade de Status do Sistema	35
5.1.2	Relacionamento Entre a Interface do Sistema e o Mundo Real	35
5.1.3	Consistência	35

5.1.4	Reconhecimento ao Invés de Memorização	35
5.1.5	Flexibilidade e Eficiência de Uso	36
5.1.6	Estética e Design Minimalista	36
5.1.7	Ajude os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Sanar Erros	36
5.1.8	Ajuda e Documentação	36
5.2	Teste de Usabilidade	36
6	CONCLUSÃO	43
6.1	Trabalhos Futuros	43
	REFERÊNCIAS	44
7	APÊNDICE	46
7.1	Dados dos participantes	46

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será contextualizado sobre a deficiência visual, a abrangência da internet e sua importância na disponibilização de informação, como os cegos podem ter acesso a estas informações, quais as principais barreiras e como contorná-las. Será abordado como utilizar técnicas de Interação Humano Computador para promover a universalização do acesso à informação por parte da pessoa com deficiência visual. Como justificativa será mostrado como a Makevisio pode ajudar o usuário cego a ter maior acesso à informação em sítios da internet.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Deficiência visual, em sua definição pela Organização Mundial de Saúde (OMS), é a perda total ou parcial da visão de forma congênita ou adquirida, a variação do nível de acuidade visual determina dois tipos de deficiências: a cegueira total e a baixa visão. A OMS, com base nos dados globais sobre a deficiência visual de 2010, afirma que existem no mundo 285 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 39 milhões de cegos e 246 milhões com baixa visão [WHO, 2010]. De acordo com o censo demográfico de 2010 do IBGE, existem cerca de 6 milhões e 562 mil pessoas com deficiência visual no Brasil, sendo que destes, aproximadamente 506 mil possuem cegueira total. [IBGE, 2010].

No último século, vimos uma imensa expansão da tecnologia de coleta, processamento e distribuição de informações. Com esse rápido progresso tecnológico essas etapas foram convergindo e as diferenças entre elas estão desaparecendo fazendo com que a internet evolua exponencialmente alcançando grande parte da população mundial [TANENBAUM; WETHERALL, 2011]. Desde a criação da Rede Mundial de Computadores (*world wide web*), inúmeras tecnologias foram desenvolvidas buscando transmitir informações nos mais diversos formatos dentro dessa plataforma que é a *web*. Transmissão de vídeos, áudios e páginas dinâmicas com muitas imagens, um atrativo para os olhos dos usuários, exceto os dos que não têm visão.

O *World Wide Web Consortium* (W3C) é um consórcio internacional, composto por diversas organizações, que trabalha para criar padrões para a *web*. Todas as tecnologias criadas pelo W3C como HTML, CSS, SVG entre muitas outras, são gratuitas e buscam garantir a evolução da rede. O W3C preocupado com a questão do acesso das pessoas com deficiência ao conteúdo de páginas da internet, desenvolveu um conjunto de diretrizes que promovem a acessibilidade dessas páginas [W3C, a]. O *Web Content Accessibility Guidelines 2.0* (WCAG 2.0) são recomendações de acessibilidade para conteúdo da rede, que explicam como desenvolver páginas acessíveis a todas as pessoas, com tudo essas diretrizes não são regras a serem obrigatoriamente seguidas e sim sugestões de implementação para tornar as páginas acessíveis. [W3C, b]

O governo brasileiro, assim como em outros países, desenvolveu suas próprias diretrizes em um documento com recomendações de acessibilidade chamado eMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico - que visa padronizar o processo de acessibilidade dos

sítios e portais do governo brasileiro e facilitar a implementação desses. O eMAG tem como base o WCAG 2.0 e outros documentos internacionais de acessibilidade além de pesquisas que promovam o auxílio de pessoas com deficiência [EMAG, a].

Usabilidade refere-se à facilidade do uso de algo, à rapidez com que o usuário pode aprender a usar alguma coisa, a eficiência dele ao usá-la e o quanto lembram daquela ação, a propensão a erros e o quanto se gosta de utilizá-la [NIELSEN; LORANGER, 2007].

Segundo a Lei Federal 13.146/2015 tecnologia assistiva, uma área do conhecimento interdisciplinar, também denominada ajuda técnica, são “produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social;” [BRASIL, 2015]. A pessoa com deficiência visual dispõe dos leitores de tela, tecnologia assistiva na qual o software, por meio de síntese de voz, fala o conteúdo da tela do computador ao usuário. Por meio da interação com o sistema operacional o leitor captura as informações em formato de texto e as transforma em áudio. A navegação é feita com o teclado utilizando-se basicamente as teclas de seta para percorrer a página, a tecla tab para navegar pelos links e a tecla h para percorrer os cabeçalhos [EMAG, b].

A avaliação de páginas de sítios eletrônicos, feita com a ajuda de usuários com deficiência, visando identificar barreiras ignoradas pelas ferramentas de avaliação e validação automatizadas destas páginas, sinaliza a existência de novos pontos a serem tratados pelo W3C para aumentar a acessibilidade para o usuário cego. Problemas como: links sem uma correta identificação, recarregamento automático das páginas, janelas pop-up que interrompem a navegação, dentre outros fatores que prejudicam o uso de leitores de tela e dificultam a acessibilidade dos usuários com deficiência visual [PEREIRA; FERREIRA; ARCHAMBAULT, 2015].

Com base nos requisitos, levantados a partir das necessidades de melhorias tanto nos sítios eletrônicos como nos leitores de tela, este trabalho apresenta uma plataforma chamada Makevisio, que faz a conversão de páginas da internet para exibi-las, de modo acessível, às pessoas com deficiência visual, garantindo o direito de universalidade do acesso à informação, mantendo a usabilidade e uma boa experiência do usuário.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho apresenta a Makevisio, uma plataforma que converte a forma de exibição de páginas de sítios eletrônicos a um formato acessível para pessoas com cegueira total ou com baixa visão. A ferramenta permite que o usuário navegue pelo conteúdo das páginas ou entre páginas, garantindo a usabilidade, uma boa experiência do usuário, com a facilidade do uso do

mouse.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Promover a universalidade do acesso a informação para pessoas com deficiência visual a partir do uso da Makevisio;
- Demonstrar como a Makevisio promove uma boa experiência do usuário para o cego ao navegar na internet;
- Permitir que pessoas com deficiência visual tenham fácil acesso ao conteúdo de páginas da internet ao utilizarem a plataforma.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Entender os conceitos chaves que fundamentam este trabalho é de suma importância para avaliar sua relevância, já que muito se fala sobre o tema, contudo as ações efetivas que viabilizem a acessibilidade ainda são insuficientes.

2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL

Deficiência visual é uma alteração da função visual que compreende desde a baixa visão ou visão subnormal até a cegueira total. Essa classificação se dá pelas escalas oftalmológicas de acuidade visual, que é aquilo que se enxerga a determinada distância, e o campo visual, que é a amplitude da área alcançada pela visão. [MOSQUERA, 2014].

A portaria 3.128 de de 24 de dezembro de 2008 do Ministério da saúde define em seu artigo 1º parágrafo 1º que “Considera-se pessoa com deficiência visual aquela que apresenta baixa visão ou cegueira. ” e continua no parágrafo seguinte definindo cegueira e baixa visão quando: “o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica (categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10) e considera-se cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10º (categorias 3, 4 e 5 do CID 10).” [MS, 2008]

2.2 INTERNET

Rede de computadores define dois ou mais computadores interconectados por uma única tecnologia, sendo assim, dois computadores estão conectados quando são capazes de trocar informações entre si. As redes possuem muitos tamanhos e formas, sendo a internet o exemplo mais conhecido pois é uma rede composta por milhões de outras redes. Quando surgiram os computadores pessoais (PC) os usuários os compravam para editar textos e jogar, mas com o advento da internet, acessá-la tornou-se o principal motivo para se adquirir um PC [TANENBAUM; WETHERALL, 2011].

Ao acessar a internet, ou conectar-se a computadores remotos, o usuário dispõe de acesso a informações, comunicação com outras pessoas e comércio eletrônico de produtos e serviços. A internet pode ser usada por aplicativos para transmitir áudio, vídeo, além de ser uma maneira barata de se comunicar com pessoas distantes. Esses aplicativos podem oferecer ricas experiências, como aprendizado a distância. A comunicação realizada pela internet pode ser a principal forma existente na atualidade [TANENBAUM; WETHERALL, 2011].

2.3 ACESSIBILIDADE

Para definirmos acessibilidade utilizamos a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) que em seu artigo 3º inc. I estabelece que: “ I - acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida;” [BRASIL, 2015]

A Declaração Universal dos Direitos Humanos garante que todos nascem livres e iguais em dignidade e direitos, além de estabelecer que todos têm capacidade de gozar desses direitos, sem qualquer espécie de distinção [ONU, 1948]. Os direitos humanos são universais e aplicáveis a todos os homens e mulheres, bem como são interdependentes e indivisíveis, sendo assim não se pode abrir mão de um direito sem prejudicar outros. No caso de pessoas com deficiência, a negação ou desistência do direito à acessibilidade ou à reabilitação inviabilizam o exercício dos direitos de acesso ao trabalho, educação, lazer e à informação. [HAZARD; GALVÃO FILHO; REZENDE, 2007].

2.4 W3C

O *World Wide Web Consortium* (W3C) é um consórcio internacional que desenvolve padrões gratuitos para a internet. Liderados por Tim Berners-Lee, inventor da *web*, e por Jeffrey Jaffe, o W3C visa fazer com que a rede mundial de computadores atinja todo seu potencial com o desenvolvimento de diretrizes e protocolos para garantir o seu crescimento de longo prazo. O W3C chegou ao Brasil em 2008 por iniciativa do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) e do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br) [W3C, a].

O W3C Brasil coordena ações que reconhecem trabalhos, iniciativas, e pessoas que promovem a eliminação de barreiras e facilitam o acesso a sítios da internet, o que possibilita uma melhor experiência de navegação para todas as pessoas. O W3C Brasil também promove ações no Dia Internacional da Pessoa com Deficiência (03 de dezembro) proclamado pela ONU para promover a sensibilização da sociedade em relação ao tema e trazer à tona ações, discussões e medidas quanto à acessibilidade [W3C, a].

As Diretrizes de Acessibilidade ao Conteúdo da Web (*Web Content Accessibility Guidelines* - WCAG 2.1) definem como tornar o conteúdo da internet mais acessível para pessoas com deficiência, contudo elas ainda não são capazes de atender às necessidades de pessoas com todos os tipos, graus e combinações de deficiências. O WCAG 2.1 se baseia em sua versão 2.0 que por sua vez originou-se da primeira versão a 1.0, é desenvolvido através do processo W3C em cooperação com indivíduos e organizações de todo o mundo procurando fornecer um padrão para acessibilidade de conteúdo da internet que atenda as necessidades de indivíduos,

organizações e governos internacionalmente [W3C, c].

2.5 GOVERNO ELETRÔNICO

O Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) são recomendações de acessibilidade digital que devem ser implantadas aos conteúdos digitais do governo federal, garantindo o acesso a todos. O eMAG visa garantir que a implementação da acessibilidade digital seja conduzida de forma fácil, padronizada, que atenda as necessidades brasileiras e siga os padrões internacionais. O eMAG baseia-se no WCAG com especificidades voltadas para o governo brasileiro, contudo o eMAG não exclui o uso das boas práticas contidas no WCAG [BRASIL, 2014].

Desenvolvido em 2004 pelo Departamento de Governo Eletrônico em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil, o eMAG também se baseia no estudo de 14 normas existente em outros países sobre acessibilidade digital e em 2007 sua observância tornou-se obrigatória nos sítios e portais do governo brasileiro [BRASIL, 2014].

2.6 USABILIDADE

Um sítio com boa usabilidade é aquele em que o usuário consegue realizar o que deseja de forma fácil, rápida, prazerosa e intuitiva, correspondendo as suas expectativas. O usuário geralmente não perde tempo memorizando ou analisando a navegação do sítio eletrônico. Deve-se projetar a melhor arquitetura da informação possível para assegurar que o usuário encontre o que procura no local esperado [NIELSEN; LORANGER, 2007].

Há muitas coisas erradas com os sítios da internet, mas para melhorar a usabilidade é preciso priorizar os recursos e corrigir os problemas que mais prejudicam os usuários, sendo necessárias avaliações sistemáticas da gravidade dos problemas de usabilidade das páginas, classificando-os segundo sua gravidade conforme prejudiquem o acesso do usuário [NIELSEN; LORANGER, 2007].

2.7 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Tecnologia Assistiva é conceituada como uma área do conhecimento interdisciplinar, que se utiliza de produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam promover a inclusão social, independência e qualidade de vida de pessoas com deficiência [BRASIL, 2009]. A grande demanda por inovações na área de tecnologia assistiva, impulsionam as pesquisas e desenvolvimento no Brasil, principalmente em resposta a políticas públicas que buscam estimular e promover o aperfeiçoamento científico e tecnológico da área, onde a legislação brasileira determina que se institua condições de igualdade a todas as pessoas com deficiência [NEVES et al., 2018].

A tecnologia assistiva se destaca pela sua finalidade de promover a funcionalidade, autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social da pessoa com deficiência a partir de sua utilização direta e pessoal pelos indivíduos que dela necessitam, tornando-se um produto de apoio, o que a distingue de outras tecnologias, como as médicas e de reabilitação que são de uso profissional pelos agentes de saúde. A tecnologia assistiva está presente em todos os setores tecnológicos e com diversas possibilidades de aplicação [GARCIA et al., 2017].

A Norma Internacional ISO 9999:2011 classifica os produtos de apoio ou tecnologia assistiva de forma abrangente para os mais variados tipos de deficiência. Dentre outros segmentos estão: produtos assistivos para tratamento em saúde; produtos assistivos para treino de habilidades; órteses e próteses; produtos assistivos para proteção e cuidados pessoais; produtos assistivos para mobilidade pessoal; produtos assistivos para tarefas domésticas; mobiliário e adaptações para residências e outros edifícios e produtos assistivos para comunicação e informação [GARCIA et al., 2017].

2.8 LEITORES DE TELA

O leitor de tela é uma tecnologia assistiva na qual um software, previamente instalado, faz a leitura de textos apresentados na tela do computador e os fala para o usuário por meio de um sintetizador de voz. Essa ferramenta tem sido a mais importante no auxílio às pessoas com deficiência visual para o manuseio de computador, assim como no acesso à internet [CAMPANA, 2017].

O Dosvox foi o primeiro leitor de tela desenvolvido no Brail e em português, ele permitiu que o sistema operacional DOS (*Disk Operating System* da *Microsoft*), fosse operado por pessoas com deficiência visual, gratuito e de código aberto o dosvox é muito utilizado no Brasil sendo constantemente aprimorado por sua comunidade [DUQUE; VALENTE, 2015].

Por ter distribuição gratuita e um bom desempenho, o NVDA é um dos leitores de tela mais utilizados no Brasil. Em pesquisa realizada para avaliar o desempenho de vários leitores de tela, foi realizada entrevista com oito usuários do NVDA, onde relatam estar bastante satisfeitos com o seu desempenho, afirmando que o software dispõe de todas as funções de que necessitam, que possui uma leitura precisa dos itens na tela do computador, que transmite as informações de maneira confiável ao deficiente, os entrevistados também se mostraram satisfeitos com relação a seu manual de instalação [CAMPANA, 2017].

Apesar da satisfação dos usuários, foram relatadas a necessidade de algumas melhorias, dentre elas estão a otimização de seus atalhos para que se diminua a quantidade de movimentos necessários para chegar ao conteúdo desejado pelo deficiente visual, tendo em vista que, apesar dos atalhos de cabeçalhos, ainda existem conteúdos que não se consegue acessar diretamente ou com poucos movimentos [CAMPANA, 2017].

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo mostra vários trabalhos cujos objetivos estão de alguma forma relacionados com a acessibilidade de sítios, a usabilidade e facilidade de acesso à informação digital por pessoas com deficiência visual ou demonstrem, de forma inovadora, ferramentas que promovam a inclusão digital de indivíduos cegos.

3.1 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE USUÁRIOS CEGOS E VIDENTES NO DESIGN RESPONSIVO E NÃO-RESPONSIVO NA WEB

Em estudo de usabilidade com sítios da internet com design responsivo, foi explorado o tempo de acesso por cegos e videntes, além do grau de orientação para completar tarefas. O estudo mostra a notável diferença de desempenho entre cegos e videntes para finalizar uma tarefa com sucesso, sendo que o tempo despendido pelos cegos é substancialmente superior ao gasto por videntes, verificou-se uma probabilidade de um cego finalizar a tarefa em 500 segundos ou mais de 80%, sendo que para os videntes este numero ficou em 20% [GUNTIJO, 2016].

No geral o tempo de finalização das tarefas por cegos foi 4,5 vezes maior que para os videntes. Inferiu-se também que quanto maior o nível de usabilidade do sítio menor foi o tempo gasto e menor a desorientação dos indivíduos ao executar as tarefas. Alguns usuário pesquisados não completavam a tarefa por não escutar o leitor de tela completar a leitura e passava várias vezes pela mesma informação pensando não estar onde desejavam [GUNTIJO, 2016].

Os testes foram realizados em um ambiente previamente preparado, os participantes utilizaram um computador com acesso à internet e o navegador de sua escolha. No local havia um moderador, o participante e um avaliador que auxilia o participante durante a realização das tarefas. Durante a aplicação dos testes foram gravados vídeos e áudio das interações. Foram avaliados 648 pessoas, sendo 324 cegos e 324 videntes que realizaram uma tarefa cada.

Foram feitas análises de usabilidade, análise de desempenho, análise do impacto emocional e a correlação entre as análises como o coeficiente de correlação de Spearman, que é um coeficiente utilizado para medir a correlação entre duas variáveis quantitativas e não normais.

3.2 NAVAUX - INTERFACE DE NAVEGAÇÃO WEB

Nessa tese foi proposta uma técnica de extração de informações de páginas *web*, alterando seu layout e otimizando a navegação para usuários cegos. Foi desenvolvido um classificador baseado no método *Naive Bayes* (Algoritmo probabilístico baseado no Teorema de *Bayes*, que categoriza textos com base na sua frequência), desejando classificar automaticamente os links contidos nas páginas *web* em diferentes classes de acordo com sua estrutura de navegação. Então foi desenvolvida um modelo de interface que se adequasse aos usuários cegos que utilizam a internet com o auxílio de leitores de tela [GERALDO, 2016].

É importante que interfaces de páginas da internet sejam desenvolvidas de acordo com as diretrizes de acessibilidade, contudo, a grande maioria das páginas não se adequam a essas diretrizes. Uma abordagem utilizada é a adaptação do conteúdo de uma página de forma automática, buscando adequá-lo às necessidades das pessoas com deficiência visual. Foi proposto um sistema chamado NavAux, que tem como objetivo extrair conteúdo da internet otimizando-o para os leitores de tela [GERALDO, 2016].

O NavAux sugere um interface dividida em quatro regiões: cabeçalho, conteúdo principal, conteúdo complementar e navegação, essa divisão possibilita o uso de teclas de atalho, definidas pelos leitores de tela, para navegação entre as regiões. A avaliação do desempenho deste padrão foi satisfatória, contudo a tecnologia utilizada para extração de dados das páginas não forneceu resultados 100% corretos, podendo impactar no conteúdo exibido, além da necessidade do uso de leitores de tela para que o usuário com deficiência visual tenha acesso ao conteúdo das páginas [GERALDO, 2016].

3.3 WEBANYWHERE: UM LEITOR DE TELA ESPECÍFICO PARA WEB.

O software WebAnywhere foi desenvolvido para pessoas com deficiência visual acessarem a web, em 2008 por Jeffrey Bigham, então aluno de doutorado da Universidade de Washington. O WebAnywhere roda diretamente no navegador não sendo necessária sua instalação no computador. O leitor de tela *web* interage diretamente com o DOM (*Document Object Model*), uma interface que representa como os documentos HTML são lidos pelo navegador, o sistema percorre, por meio de um algoritmo de busca recursivo, toda a página de cima para baixo e da direita para a esquerda, fazendo a leitura da mesma, assim como um leitor de tela convencional [SAMPAIO; MARTINI, 2018].

O WebAnywhere implementa um navegador independente que roda dentro do navegador *web* comum. Um servidor PHP converte texto em fala e envia o conteúdo para uma interface desenvolvida em *Javascript* que captura os eventos e disponibiliza a página para o usuário. A interação entre o usuário e as páginas de internet é feito com o uso de comandos no teclado, que possui atalhos específicos para navegar pela página, similar aos leitores de tela comuns [SAMPAIO; MARTINI, 2018].

O objetivo do trabalho de [SAMPAIO; MARTINI, 2018] foi de aperfeiçoar o WebAnywhere permitindo que o usuário fizesse o download de imagens e vídeos para o computador e imprimisse a página. Quando o leitor identifica uma imagem o usuário, apertando as teclas CTRL + C, pode fazer o download da imagem [SAMPAIO; MARTINI, 2018].

Pode-se perceber que o WebAnywhere implementa as mesmas funcionalidades de um leitor de tela convencional, acarretando nas mesmas limitações, como demora para encontrar certos conteúdos.

3.4 ACESSIBILIDADE NA WEB: PLUGIN PARA FACILITAR O ACESSO AO CONTEÚDO

O referido trabalho apresenta uma ferramenta assistiva para auxílio a pessoas com deficiência visual para navegarem na internet, uma extensão (plugin) para o navegador *web Google Chrome*, que dispensa o uso de mouse e teclado onde a interação é realizada exclusivamente por voz, utilizando comandos específicos da ferramenta. A ferramenta foi desenvolvida em Javascript e com a biblioteca JQuery, desenvolvida na mesma linguagem [CARDOSO, 2018].

Então o plugin faz a interação do usuário com a página, interpretando os comandos de voz do usuário e converte as informações recebidas da página em áudio. Primeiramente o plugin analisa se a página solicitada tem suporte ao plugin e só será executado em caso positivo. Havendo compatibilidade o plugin inicia a escuta de voz em português, caso seja capturada voz, o conteúdo do áudio será salvo em uma variável que representará o comando a ser executado no navegador. Em outro instante, o plugin faz a leitura da página e converte o seu conteúdo de texto em áudio e inicia a leitura para o usuário, que pode pausá-la e retomá-la quando necessário [CARDOSO, 2018].

O trabalho propõe uma solução inovadora e capaz provê acessibilidade ao usuário cego, contudo, o plugin apresenta muitas limitações, como funcionar em um único navegador além da página precisar ser compatível o mesmo. Segundo o autor o plugin faz a leitura sequencial da página como se fosse um leitor de tela, então o usuário vai demandar muito tempo para encontrar o conteúdo desejado e ao pausar a leitura da página pelo sintetizador, a retomada da leitura continuará do ponto de onde parou.

4 MAKEVISIO - PLATAFORMA DE AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL PARA NAVEGAÇÃO NA INTERNET

Makevisio é uma plataforma acessível pela internet, que converte páginas de sítios eletrônicos, disponibilizando-as de forma acessíveis para pessoas com deficiência visual. O usuário deve ser familiarizado com o uso do computador e conhecer os conceitos básicos de navegação na *web*, como *url*, *site*, navegador ou *browser*. O site foi desenvolvido com a linguagem de programação *Python*, utilizando o *framework* para desenvolvimento de plataformas *web Django* e *Javascript*. Para sintetizar texto em voz, foi utilizado o *software* de código aberto *Espeak*.

A plataforma faz a leitura de páginas de internet, classifica seu conteúdo e o reorganiza em módulos para o disponibilizar ao usuário em um *layout* intuitivo para o mesmo. O qual é informado por sinais sonoros sobre qual seu posicionamento na página, e o sintetizador de voz fala o conteúdo do local onde o ponteiro do mouse esteja posicionado.

Ilustração 1 – Protótipo de interface

LINKS	CONTEÚDO
RESUMO	A acessibilidade e usabilidade de sites de forma geral tem sido tema de grande preocupação para órgãos como a W3C, que tentam garantir a inclusão digital, além de órgãos governamentais que criam legislações nesse sentido. Com tudo as próprias páginas de sites de todas as esferas de governo não se adequam a esses preceitos de universalidade do acesso, ainda mais as páginas não atingidas pela legislação.
OBJETIVO	
HIPÓTESE	Este trabalho busca levantar, com base na literatura, os principais pontos que dificultam a acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência visual ao ambiente web, mesmo com o auxílio de tecnologias assistivas como os leitores de tela.
REVISÃO DE LITERATURA	A partir da posse dos dados necessários, busca-se avaliar o uso dessas ferramentas por voluntários deficientes visuais na tentativa de identificar quais as principais limitações dos leitores de tela e, baseado em todas as variáveis, pretende-se implementar uma plataforma web que realize a conversão de páginas para exibi-las, de forma adequada, aos deficientes visuais.
METODOLOGIA	
REFERÊNCIAS	

Fonte: O autor, 2019

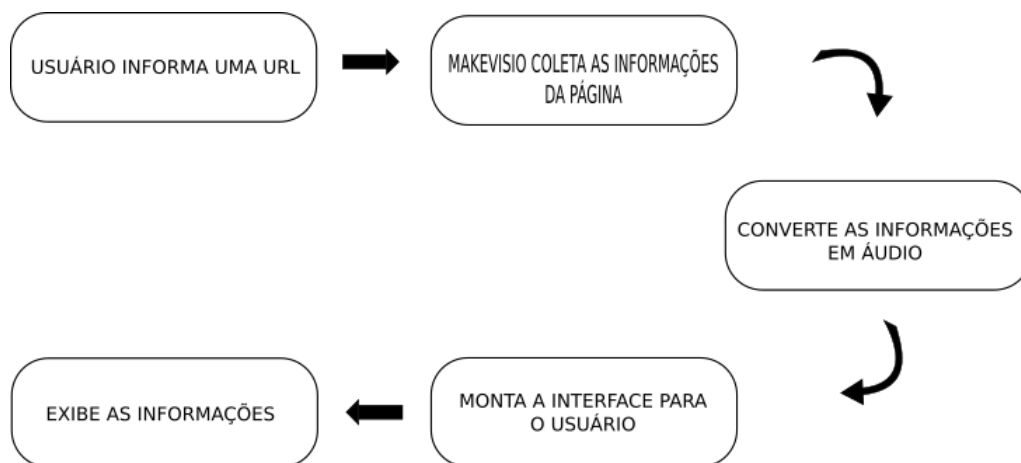
O layout do Makevisio está dividido em duas partes, buscando aprimorar a orientação do usuário com base nos movimentos de sua mão ao manipular o mouse, sendo que na primeira parte, à esquerda, ficam as referências correspondentes a todo o conteúdo da página, desde links ao texto disponível para o usuário. Na segunda parte, à direita, fica o conteúdo referente à cada

item da esquerda que ao clicar em um item é exibido seu conteúdo na parte direita da tela, como se vê na ilustração 1.

A estrutura da plataforma é basicamente a de um sitio eletrônico hospedado em um servidor remoto. Desenvolvida com o *Django*, um *framework python* para desenvolvimento *web*, que implementa as funcionalidades padrões de um aplicação para internet como segurança, contas de usuário, modelagem de dados e se baseia no padrão MVC com suas próprias similaridades. Sua interface utiliza o template do *Django*, estilizado com *Bootstrap*, um *framework CSS* mais voltado para a responsividade. Para a interação com o usuário, foram desenvolvidas funções *Javascript*, que possibilitam a execução de áudios referentes aos textos exibidos, quando o mouse é passado sobre os mesmos.

A Makevisio visa oferecer uma interface amigável e uma boa experiência do usuário para o cego, portanto, se faz necessário adaptar o conteúdo de páginas encontradas na internet para um formato que ofereça essa condição. Então quando o usuários informa a url de uma página que deseja visitar, a plataforma faz uso de uma biblioteca de código aberto e desenvolvida em *Python*, chamada *requests*. Esta por sua vez envia uma requisição para a página com o endereço informado (url) e coleta todas as informações recebidas da página e as salva em memória no formato de texto. Essa Sequência pode ser acompanhada na ilustração 2.

Ilustração 2 – Fluxograma



Fonte: O autor, 2019

Essa variável de texto contém todas as informações de uma página HTML, como suas TAGs HTML, CSS, Javascript, assim como as informações propriamente ditas, que são os textos, imagens, tabelas, gráficos, vídeos, formulários e etc. Seria muito trabalhoso catalogar e classificar todas essas informações, uma vez que existem muitos padrões para a criação dessas páginas e cada desenvolvedor utiliza uma técnica que mais lhe é favorável, gerando assim, centenas ou até milhares de possibilidade de se criar uma página *web*.

Contudo, uma biblioteca desenvolvida em *Python* chamada *BeautifulSoup* nos fornece

uma forma de catalogar e classificar esses dados de forma simples e rápida, onde ela converte uma variável do tipo `requests`, como a que possuímos com as informações coletadas da página solicitada, para um objeto do tipo *BeautifulSoup*, que nada mais é que a organização destas informações de forma hierárquica como uma árvore, que disponibiliza todos os atributos da página. Como exemplo podemos obter o título da página simplesmente chamando o método (*BeautifulSoup.title*) que retornará o valor “<title>Título da página</title>”.

Ainda assim, por existir muitas possibilidades de formato de páginas, é preciso que saibamos o que temos dentro do objeto *BeautifulSoup*, então é criado um mapa da página com todos os seus atributos, entre eles os *links*, *menus*, cabeçalhos, textos, tabelas e tudo o que estiver na página. O mapeamento é feito localizando todos os atributos por meio da biblioteca “RE” que cria expressões regulares no *python* e por meio de padrões, pode-se identificar os atributos que possam conter informações importantes, pode-se representar essa funcionalidade da seguinte forma: `re.compile("images*.jpg")`, onde a expressão vai buscar por imagens no formato jpg, dentro de uma pasta chamada *images*.

E para encontrar realmente os atributos ou TAGs, utilizamos os métodos *find*, que busca uma ocorrência do valor desejado e *findAll*, que vai retornar todas as ocorrências na página, os métodos seguem o exemplo: `objBeault.findAll("img":re.compile("images*.jpg"))`. Depois de mapeadas as informações, é criado um objeto *Page* que contém tudo o que vai ser exibido para o usuário.

Após criar uma instância de *Page*, contendo os dados da página catalogada, utilizamos o sintetizador de voz *Espeak*, um software de código aberto que converte texto para áudio e áudio para texto em vários idiomas, para converter o conteúdo de nossa *Page* em vários arquivos de áudio, que são salvos e disponibilizados para execução quando solicitados.

O comportamento da interface com o usuário foi implantado com funções Javascript, o que permitiu monitorar a movimentação do mouse e de acordo com o item que ele aponte seja executado um áudio, que foi carregado junto com a página. De acordo com as coordenadas do mouse é soado um aviso sonoro indicando a localização do ponteiro na tela, o que possibilita que o cego tenha a noção de espaço e para que direção deve mover o mouse, uma vez que ele sabe em que sentido estão as informações.

4.1 VALIDAÇÃO

Inicialmente foi desenvolvida uma página estática como protótipo que foi avaliada por dois especialistas em Interação Humano-computador(IHC) e usabilidade, professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológico do Piauí, onde especificou-se o padrão do layout que melhor se adequasse à necessidade do usuário com deficiência visual, tendo em vista suas aptidões tátil e sonora. Com base no movimento de sua mão nas quatro direções e a variação sonora baseada nessa movimentação, o usuário pode identificar a localização do ponteiro do

mouse na tela.

Após validação deste layout de interface foi realizada entrevista com sete usuário com deficiência visual, estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí e da Universidade Federal do Piauí. Todos têm relativa experiência com leitores de tela para utilização de computador e navegação na internet e relataram os pontos aos quais encontram maior dificuldade na utilização dessa tecnologia assistiva para acessarem a rede mundial de computadores.

4.2 ENTREVISTA

Com base nos trabalhos relacionados, pode-se perceber que a tecnologia assistiva para auxílio à pessoa com deficiência visual, enquanto utiliza a internet, ainda encontra dificuldades que prejudicam o usuário ao tentar acessar as informações de que necessita, tornando sua navegação lenta e muitas vezes não consegue encontrar o que procura.

Na entrevista, foram realizadas perguntas que evidenciassem as dificuldades encontradas pelos usuários enquanto navegavam na internet, buscando encontrar pontos em que os leitores de tela apresentassem falhas ou mesmo incômodos na sua utilização e viessem a prejudicar a experiência do usuários.

A tabela a seguir mostra o resultado da entrevista, sendo que estão descritos os nomes reais dos participantes:

Tabela 1 – Dados da entrevista

Nome	Qual leitor de tela utiliza	Qual sua experiência com o leitor de tela	Qual sua dificuldade ao acessar a internet usando leitor de tela	Utilizaria plataforma que permitisse utilizar o mouse para navegação
Elson	NVDA, DOSVOX, Narrador do Windows	Boa	Demoro para encontrar conteúdo	Sim
Keliany	NVDA, DOSVOX, Narrador do Windows	Boa	Fico sem saber se uma página travou ou ainda está carregando	Sim
Simone	NVDA, DOSVOX, Narrador do Windows	Boa	Fico desorientada quando não recebo feedback do que está acontecendo	Sim
Maria Creusa	NVDA, DOSVOX, Virtual vision	Boa	Existem conteúdos que não são lidos	Sim
Annie Shamira	NVDA, DOSVOX	Media	Por vezes o leitor não avança no conteúdo	Sim
Marcos Barbosa	NVDA	Boa	Páginas inacessíveis prejudicam o leitor	Sim
Yan Neves	NVDA	Boa	Utilizar os atalhos é muito demorado	Sim

A partir do resultado obtido, constatou-se a real necessidade dos usuários e confirmou-se a teoria de que os leitores de tela não cobrem todas as lacunas de acessibilidade, quando o cego acessa a internet com auxílio dos leitores de tela. Tendo em vista esse problema, buscou-se dos

entrevistados sua opinião quanto à utilização de um sistema que os orientassem durante sua navegação e detalhasse, por meio de sintetizador de voz, os elementos da página em que o mouse estivesse sobreposto, tendo total aprovação e validando o desenvolvimento do mesmo.

4.3 REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DA MAKEVISIO

O presente trabalho originou-se da necessidade dos usuários de internet com deficiência visual acessarem o conteúdo de sítios eletrônicos, sendo que para isso se utilizam de leitores de tela, tecnologia assistiva focada no auxílio de pessoas com deficiência visual para o uso do computador. Contudo, as especificidades das tecnologias de desenvolvimento *web* dificultam a atuação dessas ferramentas, comprometendo sua eficiência. Então entender os requisitos do problema foi fundamental para elaborar as funcionalidades da Makevisio, uma vez que o usuário final não sabe exatamente o que pode atender à sua necessidade ou desejo[PRESSMAN, 2011].

Com o entendimento do problema, foi delimitado o escopo do sistema e o que deveria ser desenvolvido para atender às necessidades encontradas, evitando neste primeiro momento, muitas mudanças no escopo da aplicação. A partir dos levantamentos das necessidades e definição do escopo, pôde-se elaborar um documento de requisitos que identificasse os aspectos do comportamento e informações do sistema.

Documento de requisitos:

- Escopo – Este sistema tem a finalidade de auxiliar usuários com deficiência visual a navegarem na internet, realizando a leitura de páginas de sítios eletrônicos e as disponibilizando em um *layout* que permita ao usuário utilizar o mouse para se localizar na página e encontrar o que procura de forma rápida e fácil.
- Requisito 01 - Orientar o usuário durante sua navegação.

O usuário deve ter noção de onde o ponteiro do mouse se encontra posicionado.

- Requisito 02 - Permitir que o usuário encontre o conteúdo desejado de forma rápida.

O layout da plataforma deve ser disponibilizado de tal forma que os diferentes tipos de conteúdo, tenham fácil acesso a partir de onde o usuário esteja.

Deve ser oferecido ao usuário opções de avançar para outro conteúdo ou retornar para a página anterior sem que o mesmo precise usar muito esforço.

- Requisito 03 - Permitir que o usuário navegue na plataforma com a utilização do mouse.

O sistema deve dispor de mecanismos que propiciem ao usuário uma navegação que se assemelhe ao usuário comum, a partir da utilização do mouse para percorrer os elementos da página, sendo informado do que está sendo apontado.

O usuário deve ser informado do destino de links antes de clicar neles.

4.4 CASOS DE USO

Com uma visão geral das funções e características do sistema, foram criados casos de uso para entender como o usuário vai interagir com sistema, possibilitando uma visualização descritiva dessa interação. O objetivo maior desses casos de uso é descrever o comportamento do sistema à medida que o usuário criar solicitações em situações específicas[PRESSMAN, 2011].

Seguindo o modelo encontrado em (COCKBURN, 2004 apud PRESSMAN, 2011), foram criados os casos de uso referentes aos requisitos descritos anteriormente.

Tabela 2 – Caso de Uso 01

Caso de uso	Orinetar usuário
Ator primário	Plataforma
Meta do contexto	Informar ao usuário de forma sonora sobre a localização do ponteiro do mouse
Precondições	Dividir o layout em quadrantes e carregar arquivos de áudio para sinalização
Prioridade	Essencial, deve ser implementada
Frequência de uso	Durante toda a navegação
Canal com o ator	Mouse
Atores secundários	Usuário com Deficiência Visual

Tabela 3 – Caso de Uso 02

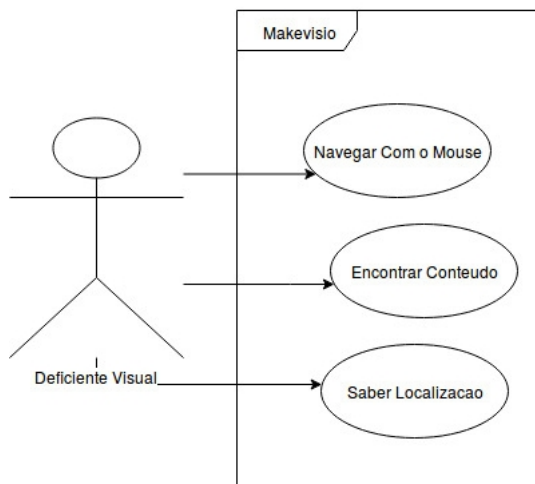
Caso de uso	Encontrar Conteúdo Rapidamente
Ator primário	Usuário com Deficiência Visual
Meta do contexto	Movimentar o mouse pela interface procurando o conteúdo desejado
Precondições	Organizar o conteúdo em seções
Prioridade	Essencial, deve ser implementada
Frequência de uso	Durante toda a navegação
Canal com o ator	Interface web
Atores secundários	Plataforma

Tabela 4 – Caso de Uso 03

Caso de uso	Navegar Com O Mouse
Ator primário	Usuário com Deficiência Visual
Meta do contexto	Utilizar o mouse para acessar o sistema
Precondições	Converter o conteúdo de texto para áudio e carregar para o usuário
Prioridade	Essencial, deve ser implementada
Frequência de uso	Durante toda a navegação
Canal com o ator	Interface web
Atores secundários	Plataforma

Abaixo segue o modelo de casos de uso referente às especificações anteriores:

Ilustração 3 – Casos de Uso

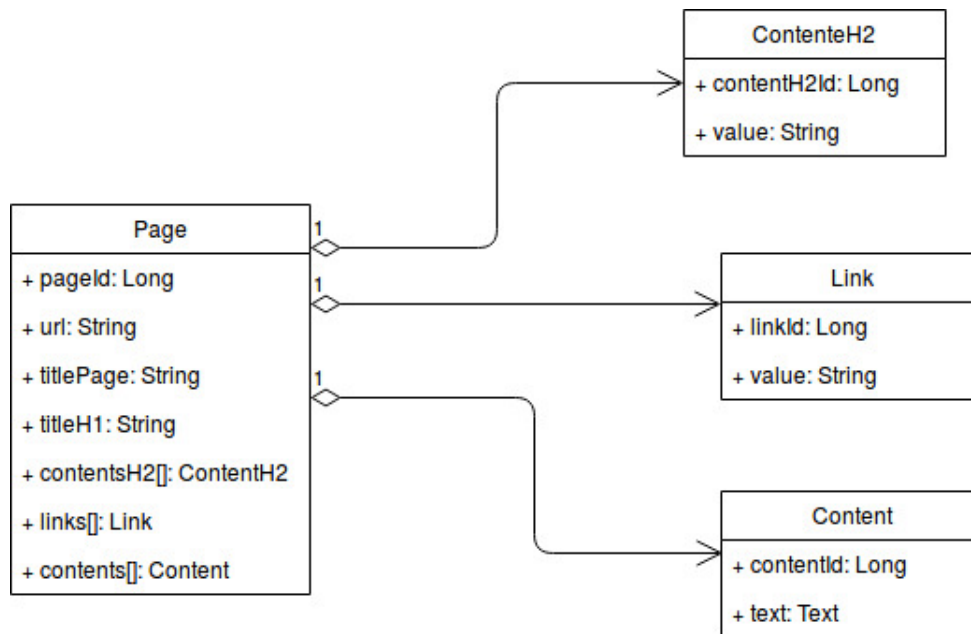


Fonte: O autor, 2019

4.5 DIAGRAMA DE CLASSES

A Makevisio tem, basicamente as atribuições de encontrar, classificar e distribuir conteúdo de terceiros, sendo que por si só, não gera informações passíveis de armazenamento em banco, contudo foram criadas classes para acomodar o conteúdo de páginas da internet, facilitando sua estruturação e manipulação.

Ilustração 4 – Diagrama de Classes



Fonte: O autor, 2019

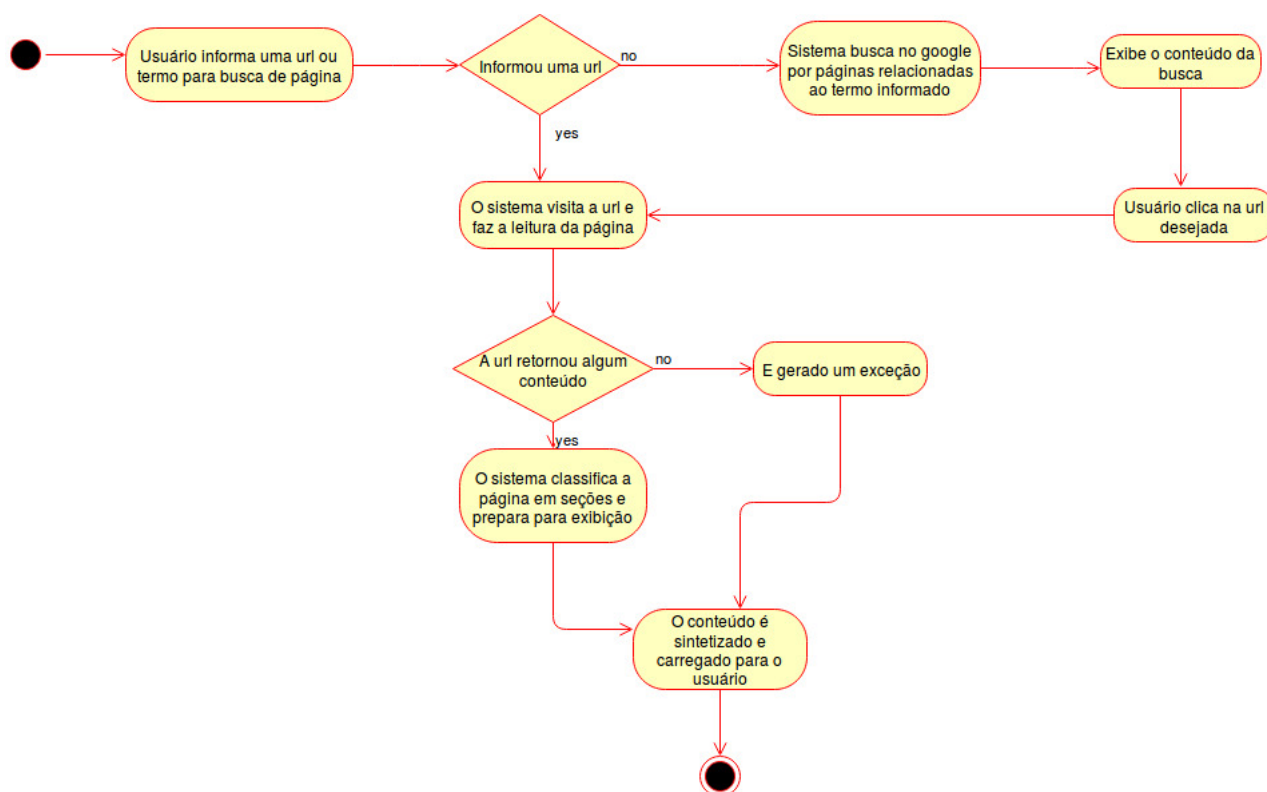
Como pode ser observado na ilustração 4, uma página é composta por uma url, um título da página, um título do conteúdo, que geralmente fica dentro das tags “h1”, em alguns casos de subtítulos, os “h2”, um conjunto de links de menus ou páginas externas, e o conteúdo em si. Para organizar todas essas informações foram criadas as classes que as incorporam e possibilitam sua manipulação dentro do sistema.

Apesar de não haver necessidade de armazenamento dessas informações para o funcionamento da plataforma, as mesmas podem ser armazenadas visando um melhor desempenho em acessos futuros por parte do usuário, desde que as informações não tenha sido alteradas ao longo do tempo.

4.6 DIAGRAMA DE ATIVIDADES

Para melhor entendimento do comportamento da aplicação e de quais são as etapas envolvidas no processo, da solicitação do usuário até a entrega da página para navegação, foi criado o diagrama de atividades, visto na ilustração 5.

Ilustração 5 – Diagrama de Atividades



Fonte: O autor, 2019

Neste contexto, o usuário deve informar uma url ou um termo para ser pesquisado, caso ele digite uma url, o sistema faz a visita na mesma, caso seja digitado um termo para busca de sítios, a plataforma faz um requisição na API do google com o termo informado, que retorna os resultados possíveis e o sistema exibe ao usuário. Com a lista de urls disponíveis, o usuário pode clicar na que deseja e o sistema faz a visita da mesma.

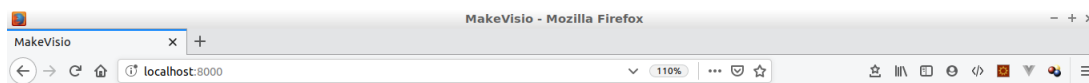
O sistema lê o conteúdo da página visitada e o classifica e sintetiza, dividindo-o em seções que serão organizadas dentro do layout da plataforma para exibição.

4.7 APLICAÇÃO

Com base nos requisitos especificados, criou-se um layout simples que facilita a navegação. Ao abrir a página principal (*Home*) o usuário é informado, via sintetizador de voz, que ele se encontra na plataforma Makevisio e que pode digitar o que ele procura, sendo que o campo de entrada de texto, automaticamente já está com o foco do cursor, bastando apenas que o usuário digite sua busca. Ao posicionar o ponteiro do mouse sobre o campo de entrada de texto, o usuário é informado de sua posição e se o campo estiver perdido o foco, basta que clique sobre o mesmo para ter o foco novamente, podendo assim digitar o que procura. O usuário pode informar uma url caso a saiba decorada ou informar um termo para realizar um busca no google, conforme descrito no diagrama de atividades da ilustração 5. Após digitar o que o usuário procura, ele

pode precionar a tecla enter ou clicar no botão ao lado do campo de entrada de texto, que ao passar o mouse sobre o mesmo, o sintetizador informa que é o botão de busca e que ao clicá-lo será realizada a busca.

Ilustração 6 – Página Inicial Makevisio

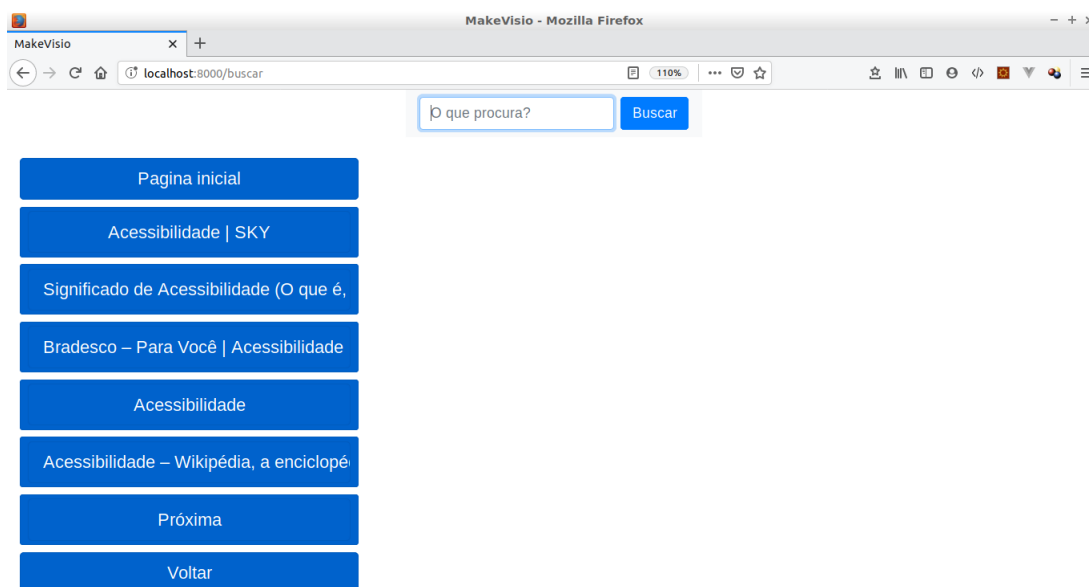


Fonte: O autor, 2019

Caso o usuário pressione a tecla enter ou clique no botão de busca sem informar um termo ou uma URL no campo de entrada de texto, o sistema informa por áudio que o campo deve ser preenchido, caso contrário, o sistema informa que está preparando a página e que o usuário deve aguardar que seja concluído esse processo. Quando a página está totalmente carregada o sistema informa ao usuário que a mesma está disponível para navegação, caso tenha sido informada uma URL, o sistema retorna a página solicitada, caso contrário retorna uma lista com o resultado da busca no google.

Quando o usuário informa uma palavra ou expressão, a plataforma faz uma busca no *google* e retorna a lista de resultados, divididos em grupos de cinco resultados por página. A página exibida contém um botão para retornar à página inicial, cinco botões que direcionam para os cinco primeiros resultados da busca, um botão para avançar para os próximos resultados da lista e um botão que retorna para a página anterior, sendo que ao se passar o mouse sobre cada um deles, o usuário é informado sobre seu conteúdo e ao clicá-lo, o sistema executa a ação especificada.

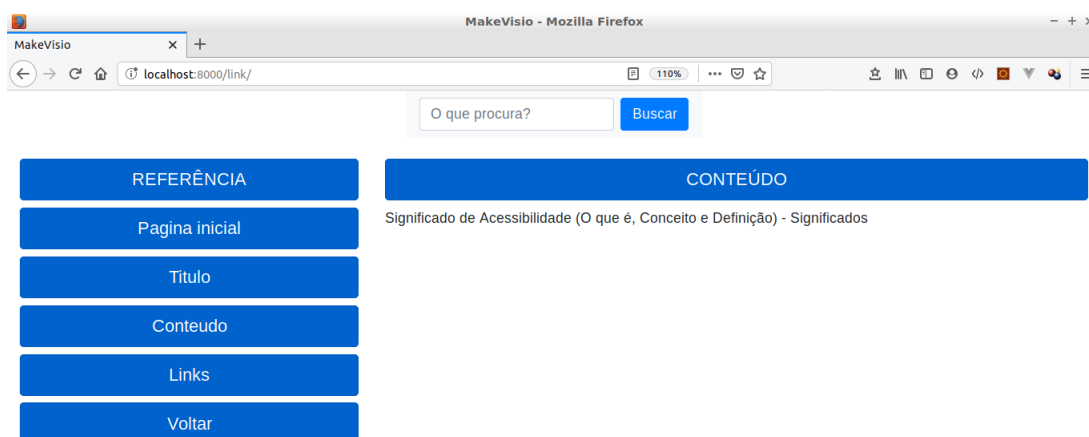
Ilustração 7 – Busca pelo Termo Acessibilidade



Fonte: O autor, 2019

Ao clicar em um item da lista de resultados, o sistema faz a leitura da página e a disponibiliza para o usuário no layout da Makevisio. Esta página contém o botão de voltar à página inicial, um botão que faz referência para o título da página, um para o conteúdo em texto, e outro para os links e menus existentes na mesma, além do botão de voltar para a página anterior. Ao clicar nos botões que referenciam o título, e o conteúdo, será exibido seu texto no lado direito do layout e passando o ponteiro mouse sobre os mesmos, é falado aquele texto para o usuário.

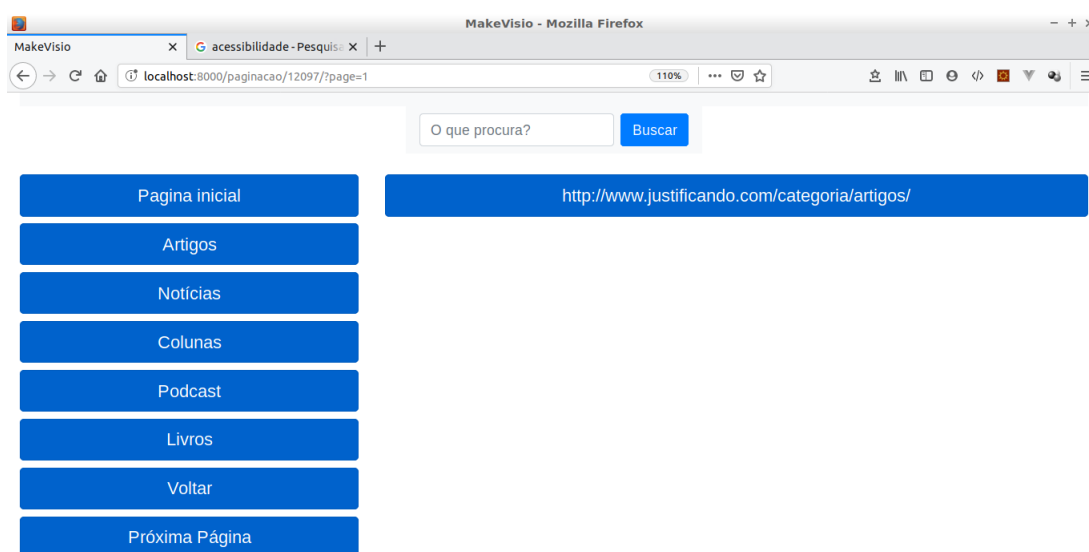
Ilustração 8 – Página Acessível



Fonte: O autor, 2019

Ao clicar no botão links é aberta a página de links com todas as URLs disponíveis, permitindo que o usuário avance para conteúdos apontados por aquela página ou para outros sites. Assim como na página de conteúdo, as referências estão no lado esquerdo do layout, e ao clicar em um item é exibido, do lado direito, um botão com a referida URL, que quando clicado direciona o usuário para sua página. São listados cinco links por página, podendo o usuário clicar nos botões “próxima página” para avançar para a página seguinte e “página anterior” para voltar para onde estava.

Ilustração 9 – Página de *Links*



Fonte: O autor, 2019

5 TESTES

Foram realizados uma avaliação heurística e um teste de usabilidade para medir a qualidade do sistema e se o mesmo está de acordo com a proposta deste trabalho.

5.1 AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Na avaliação heurística, técnica proposta por Nielsen que ajuda a identificar problemas de usabilidade em interfaces, são avaliados dez pontos que influenciam diretamente na experiência do usuário, sendo que desses, oito se aplicam à interface da Makevisio e foram analisados.

5.1.1 Visibilidade de Status do Sistema

Esta heurística define que o usuário deve saber em qual posição ele se encontra dentro do sistema, de onde ele veio e para onde ele pode ir [NIELSEN; MACK, 1994]. A Makevisio, no momento em que a página é carregada o usuário é informado de sua localização. Todas as páginas, com exceção da inicial possuem botões para o usuário retornar à página anterior e com base nas opções de navegação, ele sabe para onde será direcionado ao clicar em um item da página.

5.1.2 Relacionamento Entre a Interface do Sistema e o Mundo Real

O sistema deve oferecer uma comunicação que o usuário compreenda naturalmente, sem nenhum esforço [NIELSEN; MACK, 1994], nesse sentido a Makevisio, por se comunicar com o usuário por meio de fala, usa uma linguagem simples e direta permitindo que o usuário entenda com facilidade o que lhe está sendo transmitido.

5.1.3 Consistência

A falta de padronização e consistência pode confundir o usuário em dados momentos, uma vez que em uma parte do sistema ele utilizou uma ferramenta de uma forma e essa metodologia foi alterada em outra parte do sistema [NIELSEN; MACK, 1994]. A Makevisio padroniza toda sua interface, em todas as páginas as referências aos conteúdos ficam do lado esquerdo enquanto que os valores desses conteúdos ficam do lado direito do layout, permitindo que o usuário saiba onde procurar a informação.

5.1.4 Reconhecimento ao Invés de Memorização

O usuário não pode ser obrigado a memorizar a forma como o sistema funciona, então este deve ser intuitivo e padronizado, permitindo que o usuário reconheça as funções ao navegar, sem ter que memorizá-las [NIELSEN; MACK, 1994]. A Makevisio orienta o usuário conforme

sua navegação, não sendo necessário memorizar a localização de conteúdos e botões, o usuário apenas precisa saber em que sentido o elemento pode estar localizado.

5.1.5 Flexibilidade e Eficiência de Uso

É importante que a interface atenda tanto a usuários leigos como aos experientes [NIELSEN; MACK, 1994]. Por sua vez a Makevisio permite que usuários leigos aprendam a navegar na internet em um tempo reduzido, assim como usuários que já possuem uma boa prática na navegação podem utilizar a plataforma com grande facilidade.

5.1.6 Estética e Design Minimalista

Uma grande quantidade de informações obriga o usuário a tomar muitas decisões, então quanto menos informações mais eficiente é o seu processamento [NIELSEN; MACK, 1994]. A Makevisio, filtra a maioria da poluição das páginas de internet, apresentando ao usuário apenas seu conteúdo principal, e os links para o direcionar a frente na navegação dentro do sitio.

5.1.7 Ajude os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Sanar Erros

O usuário deve ser alertado quando estiver cometendo algum erro em suas tarefas, como alertas de formulários não preenchidos [NIELSEN; MACK, 1994]. A Makevisio valida seus campos de entrada de texto e caso um esteja vazio e com foco do cursor e o usuário apertar a tecla enter ou clicar no botão para realizar uma busca, a plataforma avisa que o campo deve ser preenchido e não executa a ação.

5.1.8 Ajuda e Documentação

Ajuda é importante dentro do sistema, assim como a documentação pois há casos em que, mesmo com uma interface simples e intuitiva, o usuário não consiga realizar uma tarefa [NIELSEN; MACK, 1994]. Na Makevisio, em cada ação o usuário recebe um feedback, permitindo que ele consiga saber o que está executando e para onde será direcionado.

5.2 TESTE DE USABILIDADE

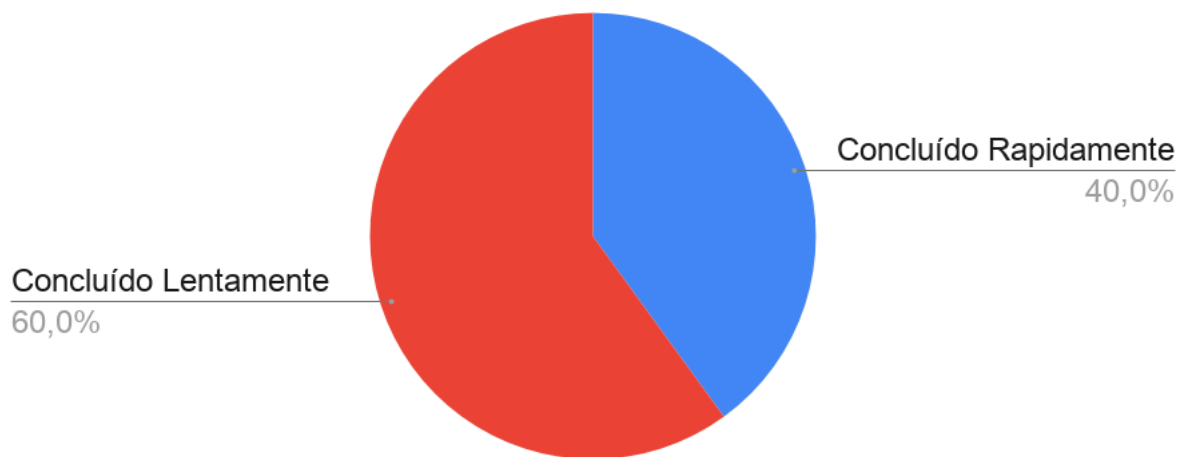
O teste de usabilidade foi realizado com cinco usuários com deficiência visual, três deles alunos de cursos superiores da Universidade Federal do Piauí e dois alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (Vide apêndice 1). Este número de usuários foi determinado por Nielsen como sendo suficiente para mensurar a usabilidade de uma interface, uma vez que testando com um usuário descobre-se um terço dos problemas existentes e as próximas avaliações repetem grande parte das descobertas dos testes anteriores, sendo que no quinto usuário mais de 75% os problemas existentes já são conhecidos [NIELSEN; LANDAUER, 1993].

Após coletar informações pessoais do usuário, foram definidas oito tarefas que o cego deveria realizar ao utilizar o sistema. Primeiramente foi realizada uma breve entrevista para validar o perfil do mesmo, e lhe foram passadas instruções sobre o objetivo do teste, informando-lhe que ele não estaria sendo avaliado e sim a plataforma e foram passadas as instruções de como seriam conduzidos os testes. Enquanto as tarefas eram executadas eram realizadas gravações da tela e do microfone do usuário e foi-lhes pedido que pensassem em voz alta enquanto realizavam as tarefas, para posteriores avaliações.

Tarefas:

A) Procure ambientar-se com o sistema movimentando o mouse lentamente em todas as direções tentando saber onde se encontra o ponteiro dentro da interface.

Ilustração 10 – Ambientação com o sistema

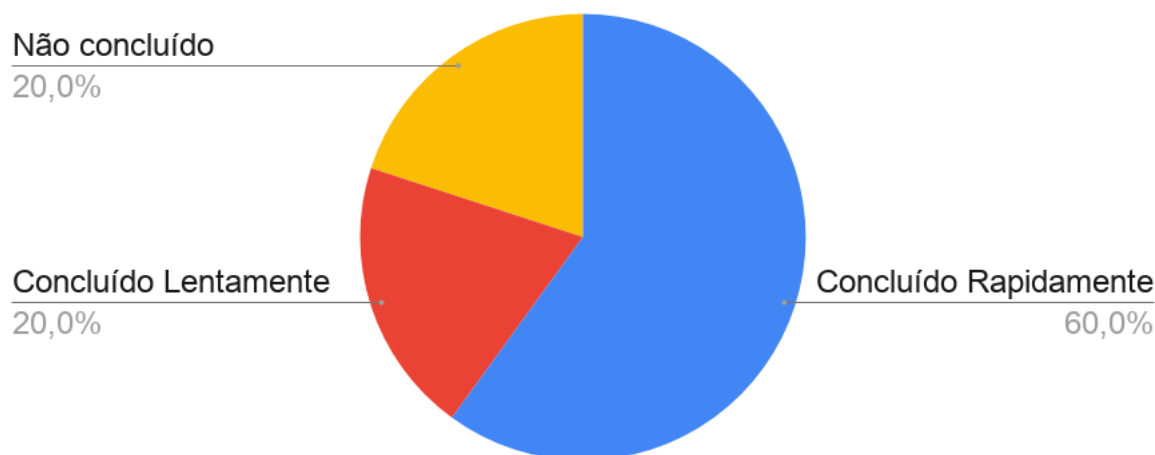


Fonte: O autor, 2019

Com esta tarefa esperou-se que o usuário se ambientasse com a plataforma, uma vez que o uso do mouse por pessoas com deficiência visual é muito limitado e há muitos usuários que não o utilizam de forma alguma. Ao realizar esta tarefa os usuários inicialmente sentiram uma certa dificuldade, mas com alguns segundos de prática, movimentando o mouse e ouvindo a locução da plataforma eles foram se ambientando e foi ficando mais fácil se localizarem na página.

B) Encontrar na página inicial o campo de entrada de texto e o botão.

Ilustração 11 – Encontrar elementos da página

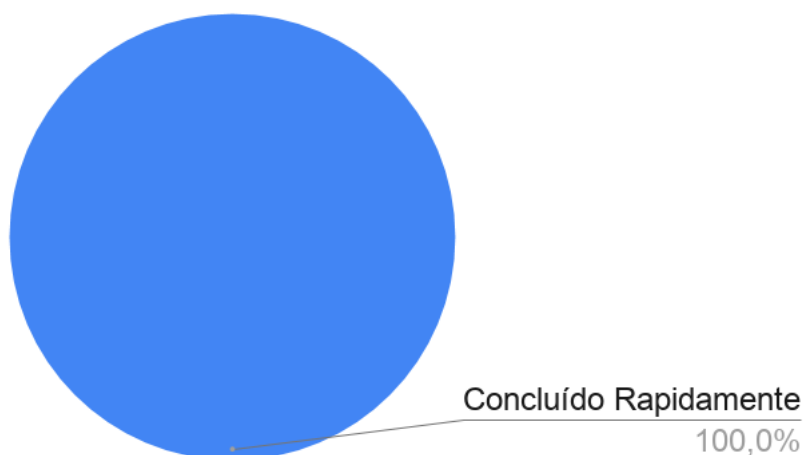


Fonte: O autor, 2019

A tarefa teve o objetivo de o cego encontrar, na página, o campo de entrada de texto para digitação da busca assim como o botão, visando saber se mesmo saberia localizar o campo de texto se este estivesse sem o foco do cursor. Os usuários que tiveram uma melhor performance na tarefa anterior conseguiram executada esta com maior rapidez, uma vez que já tinham encontrado os elementos antes. Um dos usuários, o qual afirmou nunca ter utilizado o mouse antes, não concluiu a tarefa em tempo hábil.

C) Digitar uma termo para busca no campo de entrada de texto.

Ilustração 12 – Digitar uma busca



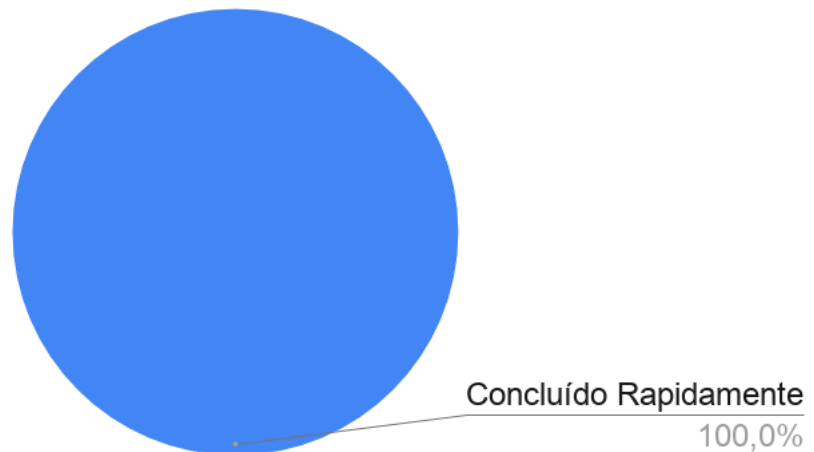
Fonte: O autor, 2019

Nesta tarefa o usuário deveria digitar um termo de sua preferência no campo de texto, e apertar a tecla enter ou clicar no botão, com isso pôde-se saber sobre sua noção de estar digitando

no local correto. Curiosamente, apenas dois dos usuários preferiram apertar enter, sendo que os demais realizaram a busca clicando no botão de busca, todos concluíram a tarefa rapidamente.

D) Orientar-se se a página está carregada.

Ilustração 13 – Saber quando a página carregou



Fonte: O autor, 2019

Nesta etapa do teste esperou-se que o usuário pudesse ter noção de que a página solicitada foi carregada e está pronta para navegação. Todos concluíram rapidamente a tarefa devido o feedback constante da plataforma.

E) Navegar pelo resultado da busca e encontrar o que lhe interessa.

Ilustração 14 – Navegar pelo resultado

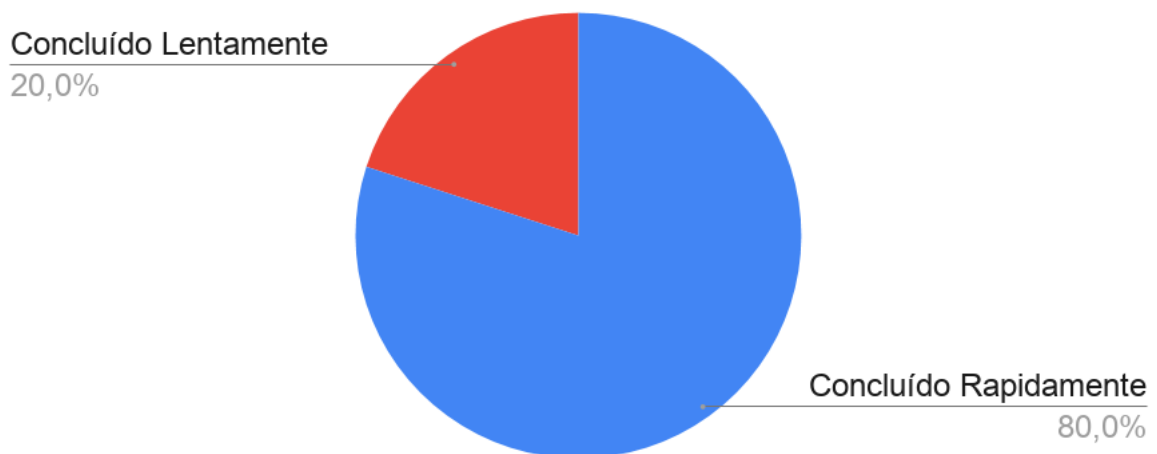


Fonte: O autor, 2019

Após o carregamento da página com o resultado da busca na *web*, pediu-se que o usuário navegasse pelo conteúdo e localizasse o que buscava com o objetivo de saber se o cego seria capaz de encontrar o que desejava com a busca. Todos os usuários encontraram o que desejavam quando realizaram a busca.

F) Clicar no resultado que lhe interessa e aguardar o carregamento da página.

Ilustração 15 – Clicar no resultado

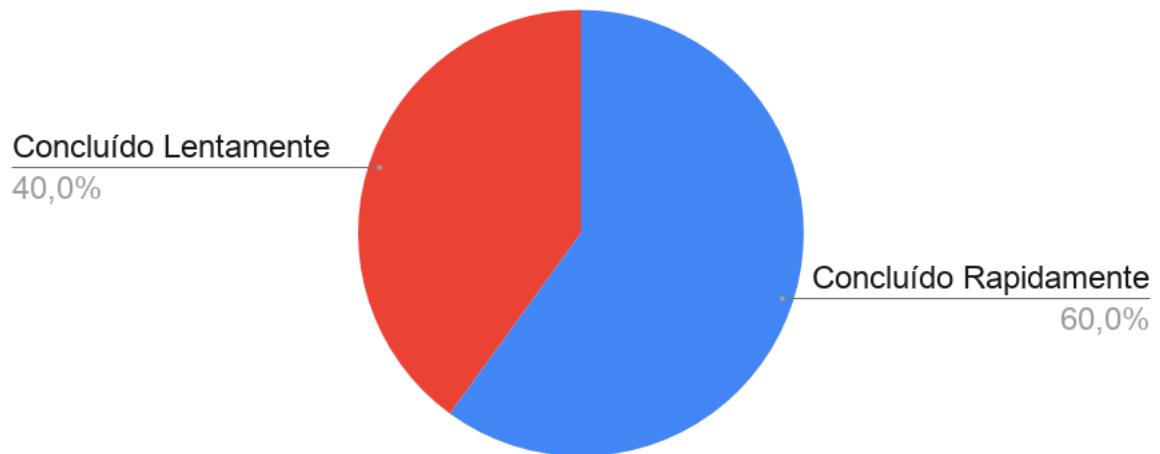


Fonte: O autor, 2019

Ao localizar o sítio desejado, o usuário foi orientado a clicar no link e aguardar o redirecionamento e carregamento da página para saber se o mesmo tinha noção de que estaria sendo enviado para a página desejada e quando do seu carregamento. Todos os que já estavam com maior prática com o manuseio do mouse concluíram a tarefa rapidamente.

G) Navegar pela página com o mouse e encontrar o conteúdo desejado.

Ilustração 16 – Navegar com o mouse

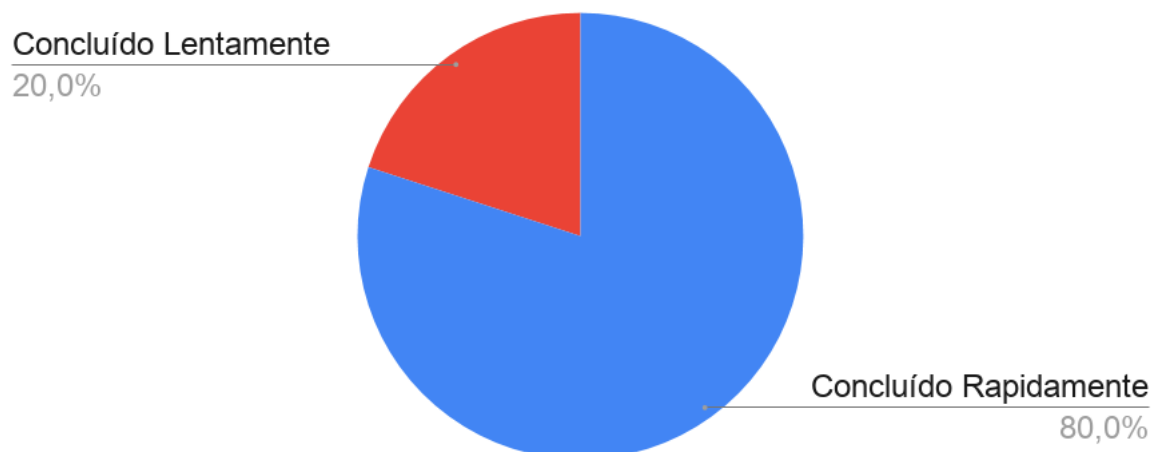


Fonte: O autor, 2019

Com a página carregada todo o seu conteúdo textual é disponibilizado, então foi pedido que o usuário navegasse com o mouse e encontrasse os elementos disponíveis na mesma para verificar se ele conseguiria encontrar na página, o título, o conteúdo e a sessão de links. A grande maioria dos usuários foi bem sucedido na tarefa.

H) Clicar no conteúdo que lhe interessa.

Ilustração 17 – Clicar no conteúdo

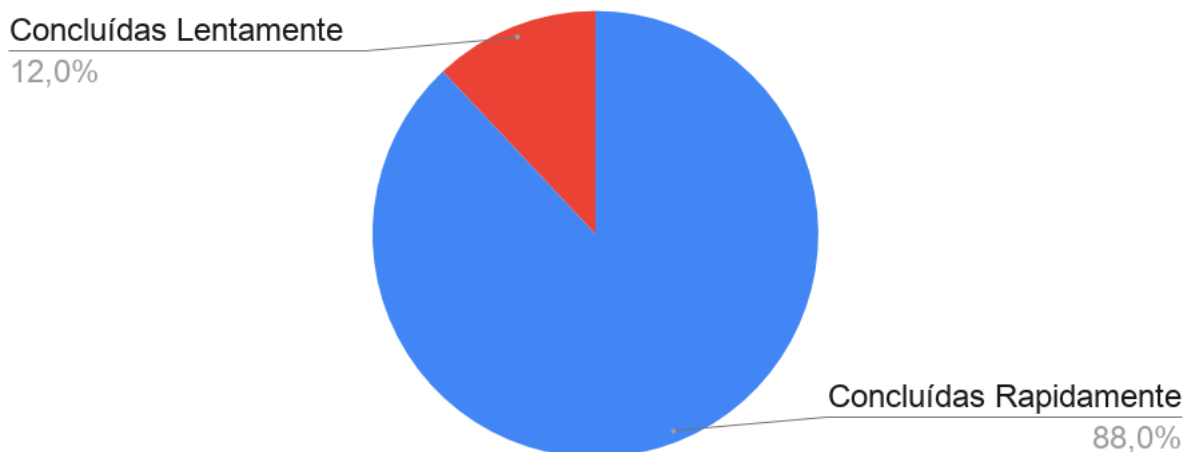


Fonte: O autor, 2019

Após percorrer os elementos da página e identificá-los, foi pedido que o cego clicasse no que lhe interessasse para ouvir seu conteúdo, podendo-se assim identificar quando o mesmo estivesse ciente do que ele estava apontando e que era o que ele desejava encontrar. 80% realizaram esta tarefa de forma rápida.

Então, mesmo com pouca ou nenhuma prática com o uso do mouse, pôde-se perceber, no resultado da execução das tarefas, que a plataforma pode facilitar a navegação da pessoa com deficiência na internet.

Ilustração 18 – Total de tarefas



Fonte: O autor, 2019

Tendo em vista a pouca experiência do cego com o uso do mouse, foi padronizado que uma tarefa executada em menos de 30 (trinta) segundos foi executada rapidamente e as executadas acima deste tempo, foram executadas lentamente. Na comparação das tarefas que foram realizadas lentamente com as que foram realizadas rapidamente, estas tiveram uma enorme vantagem sobre aquelas, uma vez que das oito tarefas, em sete delas, mais de 50% dos participantes as executaram rapidamente, levando a crer que a plataforma se torna uma ferramenta assistiva eficiente no auxílio à pessoas com deficiência visual.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a Makevisio, uma aplicação *web* que visa aprimorar a experiência do usuário com deficiência visual ao acessar a internet. Por ainda existirem limitações, relativas a acessibilidade desses usuários à informação, buscou-se entender quais pontos apresentem maior impedimento para os mesmos quando navegam na internet, onde as ferramentas assistivas utilizadas apresentam falhas ou desconforto em sua utilização e como poder-se-ia melhorar a forma de acesso dos mesmos ao mundo virtual.

A Makevisio proporciona à pessoa com deficiência visual a possibilidade da utilização do mouse, ao navegar pelas informações a ela apresentadas, desde que tenha um prévio conhecimento sobre a utilização de computadores com o uso de ferramentas assistivas. A plataforma orienta o usuário durante sua navegação pelas páginas, direcionando-o para onde ele deseja ir e orientando-o caso necessite voltar à páginas anteriores, além de informar a localização do mouse na tela, proporcionando a noção de espaço, para que se possa direcionar o ponteiro no sentido em que se suponha que esteja a opção desejada.

Conclui-se que a aplicação auxiliará o usuário com deficiência visual ao navegar na internet, tornando-se uma tecnologia assistiva, tendo em vista proporcionar uma maior usabilidade e facilidade de acesso à informação buscada pelo usuário.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

A Makevisio visa prover acessibilidade a pessoas com deficiência visual quando navegam na internet, contudo a plataforma sintetiza conteúdos de texto e exibi-os em formato de áudio. Para aprimorar essa plataforma se pode aplicar funcionalidade de reconhecimento de imagens e sintetizar em áudio a descrição das mesmas, propiciando uma maior acessibilidade, uma vez que as imagens incrementam muito o entendimento do conteúdo apresentado.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. *Tecnologia Assistiva*. Brasília: DORDE, 2009.
- BRASIL. *Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico eMAG*. [S.l.], 2014.
- BRASIL. *Lei 13.146 de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)*. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso em: 01 de mar. 2019.
- CAMPANA, A. R. *ANÁLISE DA QUALIDADE E USABILIDADE DOS SOFTWARES LEITORES DE TELA VISANDO A ACESSIBILIDADE TECNOLÓGICA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL*. Tese (phd dissertation) — Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, 2017.
- CARDOSO, W. de L. *Acessibilidade na web: plugin para facilitar o acesso ao conteúdo*. Centro Universitário UNIFAFIBE, 2018.
- COCKBURN, A. *Escrevendo Casos de Usos Eficazes*. [S.l.]: Bookman, 2004.
- DUQUE, J. de P.; VALENTE, W. A. G. *Avaliação da acessibilidade e usabilidade do sistema dosvox*. Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, 2015.
- EMAG. *Recomendações de acessibilidade*. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/cursoconteudista/desenvolvimento-web/recomendacoes-de-acessibilidade-emag.html>>. Acesso em: 01 de mar. 2019.
- EMAG. *Tecnologia Assistiva*. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/cursodesenvolvedor/introducao/tecnologia-assistiva-leitores-de-tela.html>>. Acesso em: 01 de mar. 2019.
- GARCIA, J. C. D. et al. *Pesquisa Nacional de Inovação em Tecnologia Assistiva III (PNITA III) Principais resultados, análise e recomendações para as políticas públicas*. São Paulo: ITS BRASIL, 2017. ISBN 978-85-64537-29-3.
- GERALDO, R. J. *Um auxílio à navegação acessível na web para usuários cegos*. Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2016.
- GUNTIJO, M. R. *Avaliação de usabilidade de usuários cegos e videntes no design responsivo e não-responsivo na web*. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, 2016.
- HAZARD, D.; GALVÃO FILHO, T. A.; REZENDE, A. L. A. *Inclusão digital e social de pessoas com deficiência TEXTOS DE REFERÊNCIA PARA MONITORES DE TELECENTROS*. [S.l.]: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2007.
- IBGE. *Censo Demográfico 2010 Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência*. 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2019.
- MOSQUERA, C. *Deficiência visual: do currículo aos processos de reabilitação*. [S.l.]: Editora do Chain, 2014. ISBN 978-85-61874-22-3.

MS. *Portaria Nº 3.128 de 24 de dezembro de 2008. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual*. 2008. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html>. Acesso em: 28 de out. 2019.

NEVES Érica P. das et al. *Tecnologia Assistiva: Estudos Teóricos*. Bauru: Canal 6 Editora, 2018. 3-11 p. ISBN 978-85-7917-511-4.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. *ACM INTERCHI*, 1993.

NIELSEN, J.; LORANGER, H. *Usabilidade na Web*. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2007. ISBN 978-85-352-2190-9.

NIELSEN, J.; MACK, R. L. Usability inspection methods computer. *John Wiley e Sons*, 1994.

ONU, A. G. da. Paris, França: [s.n.], 1948.

PEREIRA, L. S.; FERREIRA, S. B. L.; ARCHAMBAULT, D. Preliminary web accessibility evaluation method through the identification of critical items with the participation of visually impaired users. *Procedia Computer Science*, Elsevier, 2015.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software Uma Abordagem Profissional*. [S.l.]: McGraw-Hill, 2011.

SAMPAIO, C. F. da S.; MARTINI, L. C. *Revista Ciência e Tecnologia - UNISAL*, v. 21, n. 38, 2018.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. J. *COMPUTER NETWORKS*. [S.l.]: PEARSON, 2011. ISBN 978-0-13-212695-3.

W3C. *Cartilha de Acessibilidade na Web*. Disponível em: <<http://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>>. Acesso em: 10 de mar. 2019.

W3C. *Understanding WCAG 2.0*. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2016/NOTE-UNDERSTANDING-WCAG20-20161007/>>. Acesso em: 27 de fev. 2019.

W3C. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2018/REC-WCAG21-20180605/>>. Acesso em: 10 de mar. 2019.

WHO. *GLOBAL DATA ON VISUAL IMPAIRMENTS 2010*. 2010. Disponível em: <<https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

7 APÊNDICE

7.1 DADOS DOS PARTICIPANTES

Tabela 5 – Alunos da Universidade Federal do Piauí (NAU - Núcleo de Acessibilidade da UFPI)

Nome	Idade	Curso
Maria Creusa Moura Costa	46	Serviço Social
Annie Shamira Miranda Oliveira	31	Comunicação Social
Marcos Barbosa Sousa	36	Serviço Social

Tabela 6 – Alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (NAPNE - Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas)

Nome	Idade	Curso
Simone da Costa Santos	31	Técnico em Desenvolvimento de Sistemas
Yan Neves Barbosa	18	Técnico em Informática