



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE DE UM ASSISTENTE DE VOZ COM FOCO EM
ALUNOS DE GRADUAÇÃO E CURSOS TÉCNICOS COM BAIXA VISÃO

Mariana Bruno de Faria

Orientadora
Simone Bacellar Leal Ferreira

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
MARÇO DE 2024

ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE DE UM ASSISTENTE DE VOZ COM FOCO EM
ALUNOS DE GRADUAÇÃO E CURSOS TÉCNICOS COM BAIXA VISÃO

Mariana Bruno de Faria

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE PELO PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO). APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA ABAIXO ASSINADA.

Aprovada por:



Simone Bacellar Leal Ferreira, D.Sc (Orientadora) – UNIRIO



Mariano Gomes Pimentel, D.Sc - UNIRIO



Ricardo Rodrigues Nunes, D.Sc - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

6 de março de 2024

Bruno-Faria, Mariana

B898a Análise da acessibilidade de um assistente de voz com foco em alunos de graduação e cursos técnicos com baixa visão / Mariana Bruno-Faria. -- Rio de Janeiro, 2024.

106 f. il.

Orientadora: Simone Bacellar Leal Ferreira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Informática, 2024.

1. Acessibilidade. 2. Graduação 3. Cursos técnicos 4. Assistente de voz. I. Bacellar Leal Ferreira, Simone, orient. II. Título.

Catálogo na Publicação: Geise Ribeiro da Silva – CRB 10/2699 (Revisora)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, principalmente minha mãe, que, como professora, sempre me incentivou a fazer pós-graduação e por acreditar no meu potencial. Agradeço à minha orientadora pela paciência, competência e compreensão ao longo desta jornada. Meus colegas de trabalho também foram solícitos e me auxiliaram ao longo da pesquisa. Agradeço aos servidores do Instituto Benjamin Constant.

BRUNO-FARIA, Mariana. **Análise da acessibilidade de um assistente de voz com foco em alunos de graduação e cursos técnicos com baixa visão.** UNIRIO, 2024. 103 páginas. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática Aplicada, UNIRIO.

RESUMO

A inclusão tem sido um tema cada vez mais tratado na literatura científica e debatido nas instituições de ensino. Incluir significa possibilitar ao estudante realizar todo o percurso do aluno desde o acesso ao site da instituição de ensino para a inscrição no processo seletivo, até sua chegada e permanência no ambiente educacional. Este trabalho teve como objetivo avaliar a acessibilidade de um software assistente de voz através da criação de um protótipo de aplicativo com foco em alunos com baixa visão de graduação e cursos técnicos, para auxiliá-los no dia a dia de estudos. O estudo também teve como propósito a criação de tabela com percepções sobre acessibilidade para auxiliar pesquisadores na implementação da acessibilidade de aplicativos que possuem assistentes de voz. Foi realizado um mapeamento sistemático da literatura, além de pesquisa documental na internet e estudo sobre os principais assistentes do mercado. A pesquisa empírica com os alunos teve como proposta conhecer suas características e dificuldades no ambiente de ensino. Foi observado que os alunos em sua maioria sentem mais dificuldade com as barreiras em sala de aula e com convívio com alunos e corpo docente. A criação do protótipo de software assistente de voz foi feita através das melhores práticas de desenvolvimento e acessibilidade. Os testes de acessibilidade (piloto e efetivo) apresentaram como resultado a conformidade com alguns itens de acessibilidade de interface gráfica como alto contraste e brilho de tela. A interface de voz do software apresentou como resultado negativo a síntese de voz artificial do assistente. Estudos futuros são importantes para aprofundamento sobre o tema abordado.

Palavras-chave: acessibilidade; deficiência visual; baixa visão; assistentes de voz.

ABSTRACT

Inclusion has been a subject that is often studied, treated in scientific literature and debated at education institutions. Inclusion means the possibility of studying from the access of assessment websites till the permanence of the educational environment. This research had the objective of evaluating the accessibility of a voice assistant *software* through the creation of a prototype with focus on students with low vision to help them in the education environment. This research also had the objective of creating a list of recommendations to help researchers to implement the accessibility for applications that have voice assistants. A systematic mapping of the literature was carried out, in addition to documentary research on the internet and research about the top assistants on the market. The empirical research with students aimed to understand their characteristics and difficulties in the teaching environment. Most of the students had difficulties dealing with classroom barriers and students and teachers social interaction. The creation of the voice assistant software prototype was carried out using best development and accessibility practices. The accessibility tests (pilot and effective) resulted in compliance with some graphical interface accessibility items such as high contrast and screen brightness. The software's voice interface presented the assistant's artificial voice synthesis as a negative result. Future studies are necessary to a deeper understanding of the subjects.

Keywords: accessibility; vision impairment; low vision; voice assistant.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Problema de pesquisa	14
1.2. Objetivos da pesquisa	14
1.3. Justificativas para a pesquisa	15
1.4. Delimitação do estudo	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1. Deficiência visual e baixa visão: conceitos e características centrais	18
2.2. Pessoas com baixa visão: cognição e aprendizagem	20
2.3.1. Acessibilidade web: diretrizes e guias	21
2.3.2. Acessibilidade web e usuários com deficiência visual	22
2.3.3. Acessibilidade de softwares	23
2.4. Interfaces conversacionais e assistentes de voz	24
2.4.1. Introdução às interfaces conversacionais de usuário	24
2.4.2. Assistentes de voz	26
3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E DOCUMENTAL	27
3.1. Mapeamento sistemático	27
3.2. Levantamento na internet	30
3.3. Discussão dos trabalhos anteriores	32
3.3.1. Assistentes de voz e acessibilidade	32
4. MÉTODO DE PESQUISA	37
4.1. Mapeamento Sistemático da literatura	38
4.1.1. Pesquisa documental	39
4.2. Estudo sobre os principais assistentes de voz	41
4.3. Submissão do projeto ao comitê de ética	44
4.4. Entrevista semiestruturada com alunos com baixa visão e servidores	44
4.5. Criação e hospedagem do protótipo de assistente de voz	45
4.6. Teste piloto e teste efetivo	45
4.7. Questionário pós-testes	46
4.8. Análise dos dados	47

4.9. Criação das tabela com principais percepções sobre acessibilidade de assistentes de voz	47
4.10. Limitações do método	48
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
5.1. Caracterização dos participantes da pesquisa empírica	49
5.2. Entrevistas semiestruturadas com alunos com baixa visão e servidores	50
5.2.1. Entrevistas com alunos com baixa visão	51
5.2.2. Entrevistas com servidores	55
5.2.3. Análise das reuniões do grupo de alunos PcDs	57
5.3. Desenvolvimento do protótipo de assistente de voz	57
5.3.1. Planejamento e design do agente <i>IBM Watson Assistant</i>	57
5.3.2. Desenvolvimento da aplicação web	61
5.3.2. Análise com especialistas em interação humano-computador	66
5.4. Testes de acessibilidade com o protótipo de assistente de voz	66
5.4.1. Teste piloto	67
5.4.2. Teste efetivo	68
5.5. Principais percepções sobre acessibilidade sobre acessibilidade de assistentes de voz	75
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	100
APÊNDICE B - Roteiro de entrevista semiestruturada	103
APÊNDICE C - Questionário pós-teste de acessibilidade	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de dispositivos controlados pela <i>Alexa</i>	25
Figura 2 - Percentual de tecnologias utilizadas nas pesquisas.....	30
Figura 3 - Arquitetura funcional do <i>IBM Watson assistant</i>	58
Figura 4 - Os 12 arquétipos definidos por Carol Pearson.....	59
Figura 5 - Interface gráfica do assistente para mobile.....	62
Figura 6 - Interface gráfica para vários dispositivos.....	63
Figura 7 - Interface gráfica do <i>Google Assistant</i>	66
Figura 8 - Frequência de respostas das questões sobre interface gráfica.....	73
Figura 9 - Frequência de respostas das questões sobre interface de voz.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais patologias e recursos relacionados à baixa visão.....	19
Tabela 2 - Tipos de assistentes acessíveis encontrados.....	29
Tabela 3 - Tipos de metodologias utilizadas nos artigos.....	29
Tabela 4 - Tecnologias utilizadas nas pesquisas.....	30
Tabela 5 - Número de artigos após filtragem.....	39
Tabela 6 - Resultado da pesquisa documental em Websites.....	40
Tabela 7 - Estudo sobre principais assistentes de voz.....	43
Tabela 8 - Caracterização dos alunos entrevistados.....	50
Tabela 9 - Caracterização dos servidores entrevistados.....	50
Tabela 10 - Competências e práticas dos alunos com baixa visão no uso das tecnologias.....	52
Tabela 11 - Barreiras em sala de aula.....	52
Tabela 12 - Dificuldades e facilidades encontradas no uso de serviços web.....	53
Tabela 13 - Experiência com <i>chatbots</i> e assistentes de voz citadas pelos alunos.....	55
Tabela 14 - Categorias criadas a partir das entrevistas com servidores.....	55
Tabela 15 - Intenções e contextos criados no <i>Dialogflow</i>	60
Tabela 16 - Perfil do testador.....	67
Tabela 17 - Perfil dos testadores.....	69
Tabela 18 - Grau de experiência com <i>chatbots</i> e tecnologias assistivas.....	70
Tabela 19 - Frequência de respostas das questões sobre interface gráfica.....	72
Tabela 20 - Frequência de respostas das questões sobre interface de voz.....	74
Tabela 21 - Principais percepções sobre acessibilidade da interface gráfica.....	76
Tabela 22 - Principais percepções sobre acessibilidade da interface de voz	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CID-11	11º Revisão da Classificação Internacional e Estatística de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde
eMAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
IHC	interação humano-computador
PcD	pessoa com deficiência
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
SUISQ-R	<i>Speech User Interface Service Quality Reduced</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i> (Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web)
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
Unesp	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma breve introdução ao tema da dissertação, assim como o problema de pesquisa, objetivos, justificativas e delimitação do estudo.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), feita em 2019, 3,4% da população brasileira tinha deficiência visual e 67,6% da população com deficiência não tinha instrução ou tinha o ensino fundamental incompleto. Aproximadamente 4,2% das pessoas com 18 anos ou mais tinham deficiência visual, sendo apenas 1% de pessoas com ensino superior completo, 43.633 dos alunos possuem algum tipo de deficiência, segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2018). Destes 29,2% possuem baixa visão, 5,8% têm baixa cegueira e 0,3% são pessoas surdocegas. Para a inclusão destes alunos somente 31 universidades possuem em todos seus cursos material didático disponibilizado em braille, sistema de escrita tátil usado pelas pessoas com deficiência visual criado pelo francês Louis Braille (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2018). É fundamental para a inclusão social destes alunos a acessibilidade e comunicação. A Lei Federal n.º 10.098, de 19 de dezembro de 2000, institui orientações para a educação inclusiva. É relatado no artigo 17 desta lei sobre a extinção de obstáculos na comunicação e na criação de mecanismos que tornem acessíveis os sistemas de comunicação para garantir o direito de acesso à informação (Brasil, 2000). Muitas leis surgiram desde então e contribuíram para o processo de inclusão e acessibilidade.

Com o surgimento de leis e ações afirmativas, um dos problemas significativos é o fato de docentes não estarem preparados para oferecerem condições de equidade em suas aulas. Este fator também está relacionado ao projeto pedagógico de cada curso, pois os currículos estão engessados por barreiras normativas. Apesar dos avanços alcançados nas normativas legais brasileiras, é necessário um maior empenho dos Núcleos de Acessibilidade das universidades (Porte; Rocha, 2021). Debates em torno do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) em sala de aula têm suscitado diferentes

opiniões, já que estes recursos não são utilizados apenas como meio de aprimoramento educacional, mas, também, como suporte à aprendizagem para aqueles que necessitam.

Dentre os tipos de deficiência visual, esta dissertação versa sobre a baixa visão ou visão subnormal, que ocorre quando a pessoa tem 30% ou menos de visão no melhor olho, após todos os procedimentos clínicos, cirúrgicos e de correção com óculos comuns. Essas pessoas normalmente necessitam de tecnologias assistivas para ter uma vida independente (Fundação Dorina Nowill, 2024). A maioria das pessoas com baixa visão utiliza recursos ópticos, não ópticos, eletrônicos e de informática para garantir acesso às informações, em atividades da vida diária, mobilidade ou processos de ensino e aprendizagem (Borges; Mendes, 2018).

É possível verificar as contribuições da informática no processo de formação educacional da pessoa com deficiência - PcD, principalmente deficiência visual. O uso do leitor de tela, por exemplo, permitem acessibilidade para diversos alunos com deficiência visual (Porte; Rocha, 2021). A acessibilidade de softwares é caracterizada pela existência de programas e recursos que se destinam a aumentar a acessibilidade de PcDs, tais como: lupas digitais, simuladores de teclado, sistemas de reconhecimento de comandos de voz, leitores de tela, dentre outros (Wataya, 2006).

Um empecilho encontrado no desenvolvimento de tecnologias assistivas para usuários com baixa visão é que este público não as utiliza tão quanto deveriam, em razão do desconhecimento, de barreiras econômicas e por esses recursos marcarem a deficiência. Paralelamente, aplicativos de smartphones apresentam-se como novas possibilidades em tecnologias assistivas e seu uso tem se popularizado por estes serem economicamente viáveis e apresentarem características menos estigmatizadas (Borges; Mendes, 2018).

Pesquisas realizadas sobre as novas tecnologias disponíveis no mercado, tais como interfaces conversacionais - *chatbots* e assistentes de voz têm surgido para melhorar a qualidade de vida de usuários PcDs. É essencial considerar vários fatores ao se projetar esses tipos de artefatos, tais como a usabilidade e a acessibilidade da interface (Oliveira *et al.*, 2023). Ainda existem poucas pesquisas acadêmicas sobre acessibilidade de

assistentes de voz (Masina *et al.*, 2020). Isso demonstra a necessidade de estudos sobre o assunto.

Este estudo foi realizado através das seguintes etapas: pesquisa bibliográfica e documental, estudo sobre os principais assistentes de voz do mercado, entrevista semi-estruturada com alunos com baixa visão com intuito de conhecer suas características e dificuldades, prototipação de assistente de voz, teste piloto e efetivo de acessibilidade com usuários e criação de lista com principais percepções de acessibilidade de softwares assistentes de voz. Foi observado que as barreiras em sala de aula foram as mais percebidas entre os entrevistados, sendo que estes também apresentam dificuldades com a leitura de conteúdos em “PDF” e impressos. Estes alunos em sua maioria preferem que os conteúdos didáticos estejam no formato de áudio, pois a leitura dos materiais é cansativa para estes usuários. Alguns preferem utilizar lupas digitais, outros utilizam leitores de tela. Os testes de acessibilidade com protótipo de assistente de voz demonstraram que há certa dificuldade com o tamanho da fonte do aplicativo, assim como com a estrutura dos diálogos. A voz sintetizada da assistente incomodou alguns alunos, pois esta parece muito artificial.

1.1. Problema de pesquisa

A inclusão tem sido um tema cada vez mais tratado na literatura científica e debatido nas instituições de ensino. Incluir, no contexto educacional, significa possibilitar ao estudante realizar todo seu percurso desde o acesso ao site da instituição de ensino para a inscrição no vestibular, até sua chegada e permanência no ambiente educacional (Oliveira Santana *et al.*, 2015).

Muitos estudantes universitários cegos ou com baixa visão ainda se mantêm excluídos do processo de ensino-aprendizagem. Vários são os fatores que dificultam sua integração à universidade especialmente no tocante às atividades acadêmicas, dentre estes: falta de conhecimento e de tempo dos docentes para explorar recursos didático-metodológicos específicos, condições físicas inadequadas, manutenção de estereótipos e preconceitos associados às pessoas com deficiência visual e falta de institucionalização das condições de acesso e permanência (Borges; Segadas-Vianna, 2020). Estudos com

novas tecnologias demonstram que a área de Tecnologia da Informação tem contribuído para a inclusão de pessoas com deficiência visual.

A partir do exposto, a presente pesquisa respondeu à seguinte questão de pesquisa:

Quais características essenciais de um software assistente de voz para que este seja acessível para alunos com baixa visão de graduação e curso técnico?

1.2. Objetivos da pesquisa

A pesquisa teve como objetivo avaliar a acessibilidade de um assistente de voz através da criação de um protótipo de aplicativo com foco em alunos com baixa visão de graduação e de cursos técnicos, para auxiliá-los no dia a dia. O estudo também teve como propósito a construção de tabelas com principais percepções sobre acessibilidade para auxiliar pesquisadores na implementação da acessibilidade de aplicativos que possuem assistentes de voz e teve objetivos específicos:

- Realizar um mapeamento sistemático da literatura científica nacional e internacional sobre assistentes de voz e acessibilidade para universitários com deficiência visual;
- Descrever as características dos principais assistentes de voz encontrados no mercado;
- Identificar as características dos usuários com baixa visão e dificuldades enfrentadas no ambiente educacional;
- Criar um protótipo de assistente de voz utilizando as melhores práticas de usabilidade, acessibilidade e desenvolvimento para realização de testes;
- Testar a acessibilidade de um protótipo de software com usuários com baixa visão no contexto de uma universidade pública federal brasileira e de uma escola de educação especial.

1.3. Justificativas para a pesquisa

Ferramentas tecnológicas existentes para usuários cegos e com baixa visão como ampliadores de tela e ferramenta de alto contraste são importantes para a inclusão destes usuários (Da Paixão; Silva, 2015).

Interfaces conversacionais têm diferencial de promover o diálogo entre usuário e aplicativo, sendo mais interativo (Masina *et al.*, 2020). Interfaces conversacionais podem ser eficientes no suporte às pessoas com deficiência, porém são raras as pesquisas que exploram a acessibilidade dessas interfaces (Inierto *et al.*, 2021).

Este trabalho contribuiu para pesquisas sobre interfaces conversacionais (assistentes de voz) e acessibilidade, assim como para melhorar a qualidade de vida de alunos com deficiência visual (baixa visão) no contexto educacional brasileiro.

1.4. Delimitação do estudo

Este estudo abordou apenas acessibilidade para alunos com baixa visão de graduação e de cursos técnicos. Neste trabalho não foi estudada a acessibilidade de usuários cegos. Foi abordada a acessibilidade da interface conversacional - assistente de voz.

Resumo do capítulo

Neste capítulo foi abordado tema do estudo proposto nesta dissertação de mestrado, com dados do Programa Nacional de Saúde - PNS, IBGE e INEP sobre a população de pessoas com baixa visão, assim como legislação vigente para ampará-los. Foram citados estudos que apontam algumas dificuldades apresentadas por alunos com baixa visão e tecnologias da informação e comunicação que servem de suporte à aprendizagem destes alunos. Foram também abordados o problema de pesquisa, objetivos, justificativa e delimitação do estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, foram revisados estudos, a fim de fundamentar os principais temas que fundamentam a dissertação, tais como: conceitos e características centrais de pessoas com baixa visão, cognição e aprendizagem, diretrizes e guias de acessibilidade web, acessibilidade web para usuários com baixa visão, acessibilidade de softwares, introdução sobre interfaces conversacionais e assistentes de voz.

2.1. Deficiência visual e baixa visão: conceitos e características centrais

Os tipos de deficiência visual e as suas consequências para o desempenho do indivíduo ao longo da vida são muitos, assim como a etiologia das doenças que as causam e os recursos necessários para paliar seus efeitos (Laplane; Batista, 2008). De acordo com a 11ª Revisão da Classificação Internacional e Estatística de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-11), os valores de acuidade visual apresentada no melhor olho são empregados para a categorização da perda visual. Considera-se como ausência de deficiência visual quando o valor é igual ou maior que 0,5; deficiência visual leve quando o valor é igual ou maior a 0,3 e menor que 0,5; deficiência visual moderada quando o valor é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,1; deficiência visual grave quando o valor é menor que 0,1 e maior ou igual a 0,05; cegueira quando o valor é menor que 0,05 e maior ou igual a 0,02; quando o valor é menor que 0,02 e maior ou igual do que percepção de luz e quando não apresenta percepção de luz (World Health Organization, 2023).

A baixa visão apresenta comprometimento relacionado à diminuição do campo visual, à adaptação à luz e ao escuro e à percepção de cores, apesar de que esse indivíduo com baixa visão é potencialmente capaz de utilizar a visão no planejamento ou execução de determinadas tarefas (Kulpa *et al.*, 2010). A baixa visão inclui problemas como:

1. Escurecimento da visão;
2. Visão embaçada, névoa, película sobre os olhos;

3. Visão apenas de objetos extremamente próximos;
4. Perda da visão à distância;
5. Visão distorcida;
6. Manchas na frente da visão;
7. Distorção das cores ou daltonismo;
8. Defeitos no campo visual;
9. Visão em túnel;
10. Falta de visão periférica;
11. Sensibilidade anormal à luz ou à claridade;
12. Cegueira noturna.

Com relação às principais patologias relacionadas à baixa visão, a Tabela 1 apresenta alguns recursos que podem ser utilizados:

Características	Principais patologias	Ela precisa de recursos para
Diminuição difusa da resolução da imagem	Catarata; Opacidades vítreas; Lesões e opacidades na córnea.	Controlar iluminação; Aumentar contraste; Pequenas ampliações da imagem podem melhorar a resposta visual em alguns casos.
Escotoma (mancha negra) no centro do campo de visão - de extensão e intensidade variável.	Retinocoroidites maculares; Distrofias de cones; Doença de Stargardt; Lesões nas vias ópticas.	Ajustar posição do olhar/cabeça buscando áreas “boas” do campo visual; Ampliar imagens; Aumentar contraste; Adequar iluminação.
Encolhimento do campo visual periférico - de um lado, em um quadrante ou geral	Glaucoma; Retinose pigmentar; Doenças neurológicas.	Melhorar iluminação; Aumentar contraste; Condensar imagens; Deslocar imagem no campo de visão.

Tabela 1. Principais patologias e recursos relacionados à baixa visão (Fonte: Kulpa *et al.*, 2010).

Foram constatadas características peculiares e problemas próprios às pessoas com baixa visão. Tanto os professores, alunos e comunidade escolar, como os pais pare-

cem só conhecer duas possibilidades: ser cego ou ser daqueles que enxergam. Por essa razão, suas dificuldades de aprendizagem e afetivo-emocionais raramente são relacionadas à condição de dificuldades de percepção visual, mas tratadas como outros problemas (Amilarian, 2004).

2.2. Pessoas com baixa visão: cognição e aprendizagem

As percepções tátil, olfativa, visual e auditiva são as vias de acesso à informação que provém dos pais desde o começo da vida. Acredita-se que a cultura e relações sociais podem transcender as limitações impostas pela biologia desde a infância. A visão tem papel importante na criação do vínculo ente mãe e filho. Os pais de crianças PcDs visuais estabelecerão este vínculo através do toque e da voz (Laplane; Batista, 2008). Qualquer que seja seu grau, sua causa ou momento do seu aparecimento, é importante perceber que a deficiência visual não é um problema *per si* e que os indivíduos nessa condição têm potencial para o desenvolvimento normal a depender do ambiente físico e social no qual estejam inseridos (Bonilla *et al.*, 2018).

Na escola, um aluno pode precisar de iluminação especial, outro o sistema braille de escrita e outro poderá se valer de materiais em tipo ampliado ou de gravações das aulas. O uso desses recursos não será decidido apenas em virtude do tipo e grau de visão do aluno. Fatores como personalidade, modo de elaboração e estilo pessoal de cada criança ao lidar com a deficiência também são importantes (Laplane; Batista, 2008).

A visão é uma função motivadora para o desenvolvimento: os objetos, as pessoas, as formas, as cores e o movimento despertam curiosidade e interesse e incitam a criança a se aproximar e a explorar o mundo exterior. Crianças com baixa visão ou cegueira podem ter esse interesse diminuído pela falta de estímulos e podem, assim, tornar-se apáticas e quietas (Laplane; Batista, 2008). Recursos pedagógicos para inclusão destas crianças no ambiente escolar são essenciais, desde livros em braille, livros feitos especificamente para alunos com baixa visão, até recursos que se utilizam da tecnologia da informação.

Ao contrário do que muitos poderiam pensar, pessoas com deficiência visual não são avessas à tecnologia. O alto custo dos equipamentos e a escassez de oferta que im-

pedem a utilização em larga escala. Para estes sujeitos, a tecnologia é sinônimo de autonomia e o meio através do qual barreiras podem ser vencidas garantindo acesso à educação, ao trabalho, à cultura e ao lazer. Cabe, portanto, ao professor tirar proveito da predisposição positiva deste público para com as TICs (Bonilla *et al.*, 2018). Além da infraestrutura arquitetônica e recursos materiais acessíveis, é indispensável que se invista na formação dos profissionais. No contexto universitário, as características individuais dos estudantes com deficiência, bem como dos cursos de graduação e pós-graduação, tornam complexas as atividades dos núcleos de acessibilidade, pois requer articulação de ações coletivas e particulares que devem estar também previstas no Plano de Desenvolvimento Institucional (Anache; Cavalcante, 2018).

2.3.1. Acessibilidade Web: diretrizes e guias

A acessibilidade é definida como: “possibilidade, condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização, em igualdade de oportunidades, com segurança e autonomia, dos sítios e serviços disponíveis para com as aplicações.” (Rosa; Valentim, 2021). A acessibilidade web não beneficia apenas as pessoas com deficiência, contempla também aquelas com deficiência temporária, os idosos, dentre outros grupos sociais (Costa Monteiro *et al.*, 2013).

As organizações públicas e privadas precisam oferecer portais acessíveis com a finalidade de atender a qualquer pessoa para garantir o direito ao acesso à informação. Apesar da instituição de leis que regulamentam a disponibilização de conteúdo acessível em sites de órgãos públicos brasileiros, por força do Decreto Federal n.º 5.296 e dos mesmos apresentarem selos de certificação, nem sempre suas páginas são acessíveis quando avaliadas com a participação do próprio usuário. (Costa Monteiro *et al.*, 2013).

As diretrizes de acessibilidade de conteúdo web, *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG), criada pela *Web Accessibility Initiative* (WAI / W3C), é o padrão de acessibilidade web mais utilizado mundialmente, porém muitos países têm criado suas próprias diretrizes. A WCAG 2.1 apresenta uma diversidade de tabelas com principais percepções sobre acessibilidade para tornar o conteúdo web acessível. As diretrizes do WCAG 2.1 seguem os seguintes critérios: perceptível (informação e componentes de in-

terface devem ser apresentados ao usuário de forma perceptível), operável (componentes de interface e navegação devem ser operáveis), compreensível (informação e interface devem ser compreensíveis) e robusto (conteúdo deve ser robusto o suficiente para que seja interpretado por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo tecnologias assistivas) (World Wide Web Consortium, 2018).

O Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) tem o compromisso de ser o norteador no desenvolvimento e adaptação de conteúdos digitais do governo digital brasileiro, apresentando as seguintes seções: marcação, comportamento - DOM, conteúdo/informação, apresentação/design, multimídia e formulário (Sousa *et al.*, 2018).

A verificação da acessibilidade web pode ser feita de forma automática, através de ferramentas que decodificam o código HTML das páginas web sob a ótica das diretrizes de acessibilidade web. Esta avaliação automática sozinha não é capaz de detectar todos os problemas de acessibilidade. Por isso são necessários testes com humanos com deficiência (Santos Marques *et al.*, 2018).

2.3.2. Acessibilidade web e usuários com deficiência visual

Percebe-se a importância de programas computacionais capazes de incluir socialmente e digitalmente pessoas com deficiência. Softwares leitores de tela surgem como importante alternativa para usuários com deficiência visual, principalmente cegueira. Estes softwares possibilitam o acesso, de forma autônoma, ao conteúdo digital (Paixão Santos; Silva, 2015). A ausência de alternativas para conteúdo visual é uma das principais dificuldades de pessoas com deficiência visual na compreensão de conteúdos na web, principalmente para os cegos (Sacramento *et al.*, 2020).

O usuário com baixa visão necessita de ajuste de luminosidade e de contraste de tela dos dispositivos para poder acessar o conteúdo. Pessoas com baixa visão utilizam lupas digitais e ampliadores de tela. Um recurso didático muito utilizado por alunos com baixa visão são os audiolivros, pois estes facilitam muito na absorção do conteúdo. Estes alunos têm pouca fluência em leitura pois quanto maior a ampliação do tamanho do

texto, menor o campo de visão com a diminuição da velocidade de leitura, causando também maior fadiga visual (Lopes *et al.*, 2022).

Conhecer as dificuldades, expectativa e limitações de usuários com baixa visão pode auxiliar o webdesigner na construção de interfaces acessíveis. Neste contexto, as cores e o contraste entre cores permitem localizar e facilitar a leitura de textos. Os autores citam que o contraste tonal de cores é importante para a melhor visualização das informações contidas em uma interface quando utilizada por usuários com baixa visão, devido à possibilidade de diferenciar planos, destacar conteúdos e dimensões. (Kulpa *et al.*, 2010).

2.3.3. Acessibilidade de softwares

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou em 2022 a norma NBR 17060 que trata da acessibilidade de aplicativos. Esta norma engloba tanto aplicativos com sistema *Android* e *iOS* como também aplicativos web. Esta norma possui 54 requisitos e recomendações divididos em 4 grupos: percepção e compreensão, controle e interação e mídia e codificação (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022).

No item “percepção e compreensão” da norma ABNT NBR 17060 são apresentados requisitos para elementos não textuais, recomendações para textos ao invés de imagem, recomendações para elementos decorativos e atenção do usuário, requisitos para elementos interativos e de interface do usuário, requisitos para cabeçalhos e rótulos, dentre outros. Um item importante para usuários com baixa visão é o “5.1.1.17 Requisitos para contraste de textos e elementos gráficos”, pois cita o contraste mínimo exigido de acordo com o nível AA do WCAG. Outro item importante a ser abordado é o “5.1.2.17 Requisitos para o uso de comandos de voz” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022).

Diversos modelos e normas de qualidade de software abordam a acessibilidade de software, dentre elas: ISO/IEC 25000, também conhecidos como “normas SquaRE” (*Software Product Quality Requirements and Evaluation*), composto por oito características: adequação funcional, confiabilidade, eficiência, usabilidade, segurança, compatibilidade, manutenibilidade e portabilidade (Silveira *et al.*, 2018).

2.4. Interfaces conversacionais e assistentes de voz

2.4.1. Introdução às interfaces conversacionais de usuário

A inteligência artificial se refere à ciência utilizada na criação de máquinas inteligentes e programas de computador. Recentemente a inteligência artificial é referida como tecnologia que programa para simular a mente humana, possuindo habilidades tais como a de compreender uma língua, adquirir conhecimento, memorizar informação, reconhecer imagens e solucionar problemas (Choi; Drumwright, 2020).

As interfaces conversacionais de usuário incluem assistentes inteligentes, assistentes pessoais ativados por voz e *chatbots* e têm se tornado comuns no dia a dia (Lister *et al.*, 2020). A utilização de *chatbots* para atendimento ao cliente já é implementada por 25% das empresas. Assistentes de voz como *Alexa* e *Google Assistant* normalmente são utilizados em residências e interfaces similares também são utilizadas em automóveis. A partir do momento que a tecnologia se torna pervasiva, é essencial a implementação da acessibilidade (Lister *et al.*, 2020). É importante enfatizar os seguintes conceitos:

- *Chatbots* são interfaces conversacionais de usuário definidas como sistema conversacional que interage com humanos via linguagem natural. Normalmente esta interação é via texto em sistemas com *chats*. Muito utilizado para atendimento ao cliente, entretenimento.
- Assistentes virtuais como *Cortana* e *Siri* também utilizam linguagem natural, porém têm um papel mais específico. Assistentes virtuais normalmente se encontram em smartphones, mas podem ser encontrados também em computadores.

- Assistentes pessoais ativados por voz são assistentes virtuais que operam em dispositivos dedicados tais como *smart speakers* e sistema automotivo. Estes são utilizados especificamente para residências e para o controle de casas inteligentes. A *Alexa* pode controlar diversos objetos e dispositivos do ambiente residencial, conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1. Exemplo de dispositivos controlados pela *Alexa* (Fonte: Lister *et al.*, 2020).

Alexa, a assistente de voz da empresa *Amazon*, tornou-se rapidamente uma personagem popular, ajudando nas mais diversas tarefas cotidianas, desde o acesso a conteúdos da mídia até controle de eletrodomésticos, como aparelhos de ar-condicionado/calefação, passando pela elaboração de listas de compras, acionamento de luzes, funções de alarme e despertador e atividades inusitadas como contar piadas e tirar dúvidas de conhecimentos gerais. Por se tratar de um sistema de inteligência artificial de voz, os *smart speakers* avançam em seu aprendizado de acordo com o uso. Esses dispositivos continuam expandindo sua inteligência artificial aprendendo comportamento humano, reconhecimento de fala e habilidades de conversação diariamente (Kischinhevsky; Lopez, 2019).

2.4.2. Assistentes de voz

A tecnologia de reconhecimento de voz é uma tecnologia que facilita a vida de muitas pessoas, permitindo a realização de múltiplas tarefas utilizando a voz ao invés do teclado. Além de ser uma tecnologia que pode poupar seu tempo, ela auxilia na melhoria de qualidade de vida e produtividade de pessoas que necessitam de dispositivos acessíveis. O valor dos assistentes de voz é devido à sua habilidade de compreender a linguagem natural e seu contexto, entregando assim uma resposta significativa. (Meliones; Maidonis, 2020). Os seguintes assistentes de voz dominam o mercado: *Alexa (Amazon)*, *Google Assistant (Google)*, *Siri (Apple)* e *Cortana (Microsoft)*. Considerada uma tecnologia nova que ainda tem um longo caminho para se desenvolver, tem grande potencial para o público idoso e com deficiência (Meliones; Maidonis, 2020).

Apesar desta tecnologia ser muito eficiente para alguns usuários, a utilização de assistentes de voz apresenta diversas barreiras. As pessoas atribuem características humanas aos computadores, antropomorfizando estes dispositivos. Isso pode ocasionar diversos problemas como superestimar a inteligência dos assistentes de voz por este ser tão similar aos seres humanos. Alguns estudos também citam que usuários se sentem pouco confortáveis ao utilizarem os assistentes de voz devido a questões de privacidade de dados, outros estudos mostram que o engajamento do usuário tende a cair após certo tempo (Cambre *et al.*, 2021).

Resumo do capítulo

Os estudos revisados neste capítulo evidenciaram características comuns aos alunos com baixa visão, bem como suas necessidades e capacidades mais comuns. Foram abordadas também as diretrizes de acessibilidade *web* vigentes e de acessibilidade de *softwares*. As potencialidades das interfaces conversacionais, principalmente assistentes de voz, foram demonstradas além do seu uso para estudos com usuários com deficiência.

3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E DOCUMENTAL

Neste capítulo são apresentados os resultados do mapeamento sistemático da literatura e da pesquisa documental em *websites* para melhor compreensão dos temas abordados. Por fim foram discutidos os estudos anteriores sobre acessibilidade de interfaces conversacionais e assistentes de voz.

3.1. Mapeamento sistemático

O mapeamento sistemático foi realizado conforme será explicado, mais adiante, na seção de metodologia e incluiu artigos científicos nacionais e internacionais sobre assistentes de voz acessíveis para usuários com deficiência visual que foram publicados nos últimos cinco anos.

Há uma diversidade de estudos e contextos tais como: residencial e educacional. Nos estudos encontrados foram criadas funcionalidades de detecção de imagens, leitura de textos, aprendizagem e mobilidade, como podem ser vistas na Tabela 2 (adiante). Foram encontradas pesquisas principalmente sobre mobilidade e educação, com utilização de assistentes de voz criados pelos próprios pesquisadores.

Os assistentes de voz consolidados no mercado mais citados nas pesquisas foram *Google Assistant* e *Alexa*, sendo que em alguns casos, foram enfatizados os riscos de segurança e privacidade destes softwares.

Foram poucas as pesquisas que apresentaram como proposta a criação de recomendações sobre acessibilidade para assistentes de voz, como foi citado por Masina *et al.* (2020). Das pesquisas envolvendo pessoas com deficiência visual, 86% desses usuários tiveram uma percepção positiva em relação a assistente de voz, porém alguns tiveram dificuldades devido à necessidade de falar palavras em voz alta e respeitar o *timing*

correto do aplicativo (Masina *et al.*, 2020). Os autores também enfatizaram que a capacidade cognitiva do usuário também influencia na interação com assistentes de voz. Os resultados do mapeamento sistemático foram detalhados na Tabela 2 e estão relacionados às perguntas de pesquisa.

QP1: O que tem sido produzido sobre aplicações com assistentes de voz acessíveis?

Tipo de assistente de voz	Autores	Quantidade de artigos
Assistente de voz para cegos com suporte à mobilidade	Abdolrahmani <i>et al.</i> (2021) Abdolrahmani <i>et al.</i> (2018) Dutta <i>et al.</i> (2019) Tsai <i>et al.</i> (2019) Rahman <i>et al.</i> (2021) Sáez <i>et al.</i> (2021)	6
Assistente de voz para PcDs no contexto universitário	Iniesto <i>et al.</i> (2021) Lannan (2019) Watters <i>et al.</i> (2020) Lister <i>et al.</i> (2021) Barros <i>et al.</i> (2017)	5
Assistente de voz para cegos com detecção de imagens	Felix <i>et al.</i> (2018) Kacorri <i>et al.</i> (2017) Kuriakose <i>et al.</i> (2021) Cheng <i>et al.</i> (2020)	4
Assistente de voz para deficiência visual no contexto residencial	Storer <i>et al.</i> (2020) Isyanto <i>et al.</i> (2020) Oumard <i>et al.</i> (2022)	3
Assistente de voz para cegos com detecção e tradução de textos	Marvin (2020)	1
Assistente de voz para idosos com baixa visão	Kim e Oumarou (2020) Meliones e Maidonis (2020)	2
Google Assistant e acessibilidade para PcDs	Lancioni <i>et al.</i> (2020)	1
Assistente Siri e acessibilidade para PcDs	Abdolrahmani <i>et al.</i> (2018)	1
Assistente Alexa e acessibilidade para PcDs	Branham e Roy (2019) Beksa <i>et al.</i> (2019)	2
Assistente de voz para cegos e usuários com baixa visão para estímulo da socialização	Panchanathan <i>et al.</i> (2016)	1
Assistente de voz para pessoas com deficiência visual na saúde	Chen <i>et al.</i> (2018) Madrigal-Cadavid <i>et al.</i> (2019)	2
Assistente de voz para usuários com deficiência visual em navegadores de internet	Baez <i>et al.</i> (2022)	1

Assistente de voz para cegos com foco em celulares <i>Android</i>	Shreya <i>et al.</i> (2021) Corbett e Weber (2016)	2
---	---	---

Tabela 2. Tipos de assistentes acessíveis encontrados (Fonte: produzido pela Autora).

Como pode ser visto na Tabela 2, foram encontradas diversas pesquisas sobre assistentes de voz para suporte à mobilidade de usuários cegos e assistentes de voz no contexto universitário.

QP2: Quais metodologias utilizadas nas pesquisas?

Metodologia	Número total de artigos
Protótipo de aplicação com teste de usabilidade	13
Protótipo de aplicação (sem testes com usuários)	8
Entrevista semiestruturada para avaliar a experiência de usuário	6
<i>Word memory span task</i> e the <i>Wizard-of-Oz</i>	1
Intervenção e <i>Survey</i>	1
Pesquisa de design participativo	1
Grupo focal	1

Tabela 3. Tipos de metodologias utilizadas nos artigos (Fonte: produzido pela Autora).

Como pode ser visto na Tabela 3, a metodologia mais utilizada foi a criação de protótipo com testes de usabilidade, protótipo de aplicação sem aplicação de testes com usuários e entrevista semiestruturada para avaliar a experiência de usuário.

Para melhor visualização dos resultados do mapeamento sistemático, na Figura 2 encontram-se as tecnologias que foram utilizadas nas pesquisas.

QP3: Quais são as tecnologias mais utilizadas para a criação de aplicações com assistente de voz?

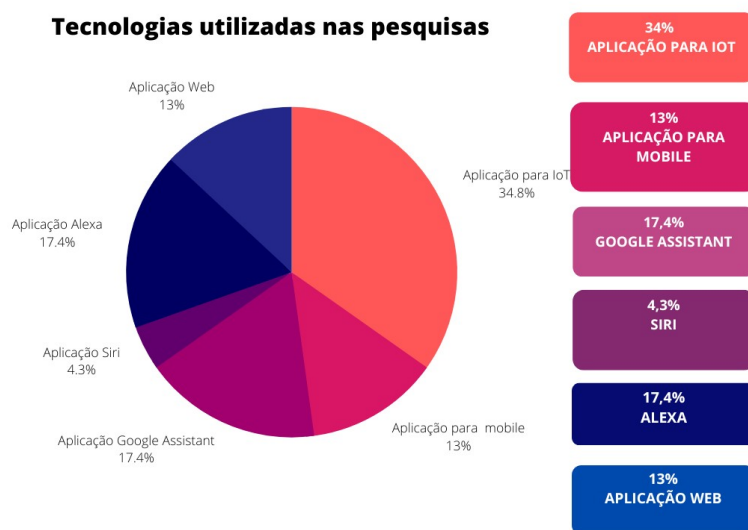


Figura 2. Percentual de tecnologias utilizadas nas pesquisas (Fonte: produzido pela Autora).

Na Figura 2 é possível verificar que as aplicações para IoT representaram 34,8% dos estudos encontrados, sendo que aplicações com *Google Assistant* representaram 17,4%, *Alexa* 17,4% e *Siri* 4,3% dos estudos encontrados.

Tecnologia utilizada	Número de artigos
Aplicação para dispositivo IoT com <i>Raspberry Pi</i>	8
Aplicativo <i>Google Assistant</i>	4
Aplicativo <i>Alexa</i>	4
Aplicação web com HTML e Javascript	3
Aplicativo para sistema <i>mobile Android</i>	3
Aplicativo <i>Siri</i>	1

Tabela 4. Tecnologias utilizadas nas pesquisas (Fonte: produzido pela Autora).

QP4: Que *framework* e guias têm sido produzidos sobre o tema?

Não foram propostos *frameworks* e guias nos trabalhos encontrados no mapeamento sistemático.

3.2. Levantamento na internet

O levantamento na internet refere-se a uma busca no *Google* nos principais sites sobre o tema. A pesquisa documental pôde auxiliar no melhor entendimento acerca dos

temas da dissertação. A busca feita com a palavra-chave “assistente de voz” e termos correlatos inicialmente retornou artigos não-científicos que listavam os principais assistentes de voz do mercado. Uma segunda pesquisa foi feita para buscar a documentação destes assistentes e o que tem sido feito com relação à acessibilidade nestes softwares.

Foi verificado no artigo de Gray (2022) que os assistentes de voz mais utilizados no mercado são: *Alexa*, *Google Assistant*, *Siri*, *Cortana* e *Bixby*. Estas aplicações possuem documentação sobre acessibilidade, porém, foi verificado que são apenas algumas funcionalidades, como a integração com leitores de tela *Talkback* e *Voiceover* e *Bixby Vision* (Google, 2021, 2024; Amazon, 2024; Apple, 2024, 2024; Microsoft, 2022; Samsung, 2024). Os demais artigos encontrados na internet enfatizam como funcionam os assistentes de voz e quais as tecnologias que são utilizadas para a criação desta aplicação (Kuchi, 2016; McLaughlin, 2021).

Os websites encontrados sobre acessibilidade web foram essenciais para o aprofundamento sobre o tema. O site do W3C Brasil apresentou a cartilha de acessibilidade com princípios e diretrizes da acessibilidade web e do desenho universal, que é o desenvolvimento de produtos e ambientes para serem usáveis por todas as pessoas, sem a necessidade de adaptação (World Wide Web Consortium, 2022). Foram também encontrados diversos guias de acessibilidade feitos por universidades e institutos que enfatizam a importância do WCAG e eMAG, como o guia de acessibilidade da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp) e o guia do Departamento do Governo Eletrônico brasileiro (Brasil, 2014; Webaim, 2016; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2021).

Foram também encontrados sites que abordavam acessibilidade de softwares, com guias e checklists que foram essenciais para a criação de um produto acessível, como o guia da Universidade de Oregon (Oregon State University, 2022). Também foram encontradas normas como a NBR ISO 9241-171 de setembro de 2018 com orientações sobre acessibilidade de software (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018).

Os documentos sobre deficiência visual abordaram a classificação dos diferentes graus de deficiência visual, a inserção do aluno com deficiência visual na escola e espe-

cificações sobre a baixa visão (Gil, 2000; Governo do Estado de Paraná, 2022; Universidade Estadual de Campinas, 2022; National Eye Institute, 2022; University of Pittsburgh, 2024).

3.3. Discussão dos trabalhos anteriores

3.3.1. Assistentes de voz e acessibilidade

Lister *et al.* (2020) analisaram interfaces conversacionais e acessibilidade de usuários com deficiência cognitiva, problemas de saúde mental, autismo e dislexia. Este trabalho explorou tecnologias tais como *chatbots*, resposta interativa de voz (muito utilizado em softwares de telefonia de grandes empresas), assistentes virtuais tais como *Microsoft Cortana* e *Siri (Apple)* e assistentes pessoais ativados por voz, tais como assistentes de voz dedicados a hardwares de automóveis. Os autores citam que pesquisas de usabilidade com *chatbots* relatam que os usuários se tornam rapidamente proficientes no uso destas interfaces, porém são necessárias diferentes abordagens de acordo com a interface conversacional utilizada. Os autores relatam que assistentes de voz são usualmente mais fáceis de serem utilizados com usuários com deficiência cognitiva. Interfaces conversacionais podem ser mais efetivas que interfaces estáticas como formulários. Lister *et al.* (2020) recomendaram que para usuários PcDs visuais interfaces, tais como *chatbots*, devem possuir uma versão alternativa em áudio, assim como opção de aumento e diminuição de fonte, mudança de cores das fontes e do fundo e ser acessível para leitores de tela.

Lannan (2019) desenvolveu uma pesquisa na Universidade da Flórida sobre a percepção de alunos cegos ou com baixa visão sobre o software de realidade aumentada, *Aira*, usado como intérprete visual. A inserção de técnicas de acessibilidade em softwares *mainstream* de realidade virtual e realidade aumentada tem sido amplamente utilizada. Segundo Lannan (2019), diversas alternativas inovadoras têm surgido como a “luva háptica” (*Touching Masterpieces*) que possibilita a percepção do ambiente através do toque. A pesquisa realizada com o software *Aira* concluiu que alunos cegos e com baixa visão tiveram uma melhora na qualidade de vida, realizando atividades do dia a dia universitário com mais facilidade e tendo maior satisfação emocional (Lannan, 2019).

Ho (2018) relatou que a população idosa da Inglaterra e País de Gales tem alta incidência de problemas de baixa visão. Nos últimos anos houve um aumento da inclusão digital de idosos e, de acordo com o autor, o software assistente virtual de voz da *Amazon, Alexa*, tem auxiliado no dia a dia desses usuários. Com acesso à internet, os idosos podem ouvir notícias, músicas, rádio, *audiobooks*, previsão do tempo, as horas, criar cronômetros, alarmes, organizar seu calendário, realizar buscas no *Google*, realizar compras, tudo isso através da voz (Ho, 2017). Ainda, cita que existem softwares concorrentes que realizam a mesma função, tais como *Siri (Apple)*, utilizada em celulares com sistema operacional *iOS*, *Google Assistant*, da *Google* e *Cortana da Microsoft*.

Storer *et al.* (2020) pesquisaram se os assistentes de voz podem atender aos anseios de usuários com e sem deficiência visual em um ambiente familiar. Os autores perceberam que usuários surdos não puderam interagir com o produto, porém usuários com deficiência motora, cognitiva e idosos tiveram uma experiência positiva com assistentes de voz. Os autores relatam que 85% dos trabalhos sobre *Amazon Alexa* tiveram avaliação positiva para acessibilidade. Das entrevistas realizadas com usuários, muitos usuários PcDs visuais consideram assistentes de voz como parte do seu dia a dia e que contribui para o empoderamento do usuário (Storer *et al.*, 2020).

A pesquisa realizada por Storer *et al.*, (2020) demonstra que os usuários PcDs visuais em ambiente familiar misto consideram a interação sem a necessidade de uso da visão e das mãos como uma das maiores qualidades dos assistentes de voz. Alguns autores relatam que a escassez de opções de tecnologias acessíveis faz com que os usuários PcDs visuais mantenham avaliação positiva sobre os assistentes de voz, no auxílio da realização de atividades domésticas. Algumas questões foram relatadas no estudo como o receio relativo à falta de privacidade e segurança destes dispositivos (Storer *et al.*, 2020).

Iniesto *et al.* (2021) realizaram um estudo com interfaces conversacionais acessíveis no ambiente universitário. Foi proposto um assistente virtual universitário, *ADMINS*, para auxiliar alunos com deficiências diversas, dentre elas problemas mentais, dislexia, restrição de mobilidade, espectro autista, deficiência visual e de fala. A interface *ADMINS* explorou o potencial das interfaces conversacionais para reduzir a carga ad-

ministrativa existente no ambiente universitário e substituir formulários estáticos por diálogos. A metodologia utilizada para avaliação foi a combinação de dois questionários quantitativos: *System Usability Scale (SUS)* e *Speech User Interface Service Quality Reduced (SUISQ-R)*. Os autores concluíram que apesar do projeto ter apresentado bom desempenho este não deve ser utilizado para substituir os auxiliares pedagógicos de alunos com deficiência no ambiente universitário. A ferramenta proposta pode ser utilizada para facilitar e promover um melhor aproveitamento da aprendizagem destes alunos no período universitário (Iniesto *et al.*, 2021).

Seeroo e Bekaroo (2021) criaram uma aplicação com interface de voz para auxiliar alunos no curso universitário de Ciência da Computação. Foi proposto um protótipo de produto com interface de voz para investigação da usabilidade desta interface no ambiente educacional. Este protótipo era em formato de chat no qual o usuário interagiu pela voz e recebia respostas de voz ou texto para auxiliá-los. Esse aplicativo tinha como foco prestar suporte nas seguintes áreas: escrita acadêmica, referência e programação. O design da aplicação foi feito de forma que o diálogo fosse claro, objetivo e bem estruturado. Foram realizados testes com usuários utilizando duas técnicas: observação direta do usuário utilizando o dispositivo para monitoramento de padrões de comportamento e através de um questionário de experiência do usuário. Três construtos foram importantes para este questionário: comportamento de resposta, qualidade de resposta e capacidade de compreensão (Seeroo; Bekaroo, 2021).

Terzopoulos e Satratzemi (2020) estudaram como assistentes de voz são utilizados no dia a dia e seu potencial para utilização na educação. Os autores enfatizam que a plataforma da *Alexa* é a dominante no mercado de assistentes virtuais, porém é citado pelos autores que existem vulnerabilidades de segurança deste dispositivo, principalmente quando utilizado pelo *Amazon Echo Dot*. A inserção de assistentes de voz no ambiente escolar de forma eficaz necessita de treinamento apropriado dos professores e alunos. Questões éticas também foram ressaltadas na utilização de assistentes virtuais em sala de aula. A utilização de assistentes virtuais com alunos especiais tem sido eficaz, principalmente com alunos autistas (Terzopoulos; Satratzemi, 2020).

Porayska-pomsta *et al.*, (2018) fizeram um estudo com inteligência artificial e humana para suporte de crianças autistas no processo de comunicação. Neste estudo foi desenvolvido um personagem virtual chamado *Andy* que utiliza inteligência artificial para auxiliar crianças autistas na aprendizagem e desenvolvimento de habilidades sociais. O design do ambiente ECHO no qual se encontra o assistente *Andy* foi feito com os seguintes objetivos: (1) encorajar e auxiliar a mudança de comportamento; (2) abordagem centrada na criança; (3) estimular a exploração e brincadeira; (4) potencializar interação social entre criança e assistente e criança e professor; (5) disponibilizar atividades baseadas nas melhores práticas de educação de autistas; (6) ser adaptado para crianças com autismo, que podem ter dificuldades na aprendizagem; (7) ser adaptado para ser utilizado no ambiente escolar. Após realização de testes com crianças no ambiente ECHO, os autores ressaltaram que esta tecnologia é promissora no auxílio da aprendizagem de alunos autistas e seus auxiliares (Porayska-Pomsta *et al.*, 2018).

Watters *et al.* (2020) realizaram pesquisa com estudantes com deficiência visual com intuito de melhorar a experiência em laboratório de ciências através da construção de uma ferramenta de inteligência artificial que usava *Amazon Web Service* (AWS), *Amazon Alexa Skill Kit* (ASK) e um microcontrolador Raspberry Pi. Tal ferramenta pôde auxiliar os alunos com deficiência visual em tarefas do dia a dia escolar tais como, preenchimento e edição de planilhas de excel e armazenamento dos dados no aplicativo do Google Drive. Foi concluído que a realização de tarefas escolares com o uso de comandos de voz facilita o aprendizado e promove a inclusão dos alunos nas atividades práticas de laboratório (Watters *et al.*, 2020).

Chen *et al.* (2018) desenvolveram um assistente de voz para pessoas com deficiência visual capaz de realizar diversas atividades, dentre elas: detecção de queda, mobilidade, segurança, acessibilidade de dispositivos móveis e controle das principais funcionalidades e transmissão de notícias diárias. Para a construção do sistema proposto foi necessário o uso de diversas tecnologias, tais como tecnologia de detecção de imagem, reconhecimento de voz e GPS. O intuito de desenvolver tecnologias que possibilitem a maior independência de usuários cegos tem sido fonte de inspiração e motivação dos pesquisadores, porém ainda não foi possível, através da pesquisa destes autores, solucionar todos os problemas de forma eficaz (Chen *et al.*, 2018).

Resumo do capítulo

Neste capítulo foram apresentados os dados resultantes do mapeamento sistemático realizado. Os estudos identificados no mapeamento da literatura descrito neste capítulo tratavam principalmente de mobilidade e educação de usuários PcDs visuais. Os assistentes de voz mais abordados nas pesquisas foram *Google Assistant* e *Alexa*. Das tecnologias utilizadas nas pesquisas, 34% destas tinham como foco aplicações para dispositivos de Internet das Coisas. A metodologia mais empregada foi de prototipação com testes de usabilidade. Não foram encontradas pesquisas sobre assistentes de voz que tivessem como proposta a construção de *frameworks* e guias de acessibilidade. A pesquisa documental na internet demonstrada pela web foi essencial para o aprofundamento sobre o tema. Os trabalhos anteriores discutidos tinham como foco o estudo de assistentes de voz para usuários com deficiências diversas, idosos, usuários com dislexia e problemas de saúde mental no contexto universitário e residencial.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo, foram descritas as etapas percorridas para a consecução do estudo, assim como detalhada a metodologia empregada na pesquisa empírica.

Foi realizada uma pesquisa quase-experimental, de caráter exploratório, com criação de protótipo de produto e aplicação de testes de usabilidade com usuários PcDs visuais (baixa visão). A pesquisa teve as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica e documental dos temas abordados através de um mapeamento sistemático nas principais bases e pesquisa nos portais mais relevantes sobre assistentes de voz e acessibilidade web;
- Levantamento e análise dos assistentes de voz existentes;
- Submissão do projeto ao Comitê de Ética;
- Pesquisa com usuários com baixa visão e servidores através de entrevistas semiestruturadas para mapear suas expectativas e necessidades;
- Criação e hospedagem do protótipo de assistente de voz de alta fidelidade;
- Realização de testes de acessibilidade com usuários através de tarefas aplicadas ao protótipo;
- Aplicação de questionário pós-testes com intuito de verificar os principais problemas e erros de acessibilidade encontrados no protótipo;
- Análise dos dados e formulação dos resultados;
- Construção de tabelas com principais percepções sobre acessibilidade para auxiliar pesquisadores na implementação da acessibilidade de aplicativos assistentes de voz.

4.1. Mapeamento Sistemático da literatura

Para o mapeamento, foi utilizado o método de Kitchenham e Charters (2007) que utiliza questões de pesquisa, objetivos, *strings* de busca, extração de dados, critérios de inclusão e exclusão e análise de dados extraídos como protocolo. Este método é utilizado para ter uma visão mais ampla de determinada área.

Foram utilizadas as bibliotecas digitais *ACM Digital Library*, *Scopus*, *ERIC*, *Taylor & Francis* e *IEEE Xplore*, por apresentarem mais artigos científicos da área de interação humano-computador (IHC).

Um dos passos mais importantes do mapeamento sistemático é a definição das perguntas de pesquisa (Petersen *et al.*, 2008). Foram definidas as seguintes perguntas:

QP1: O que tem sido produzido sobre aplicações com assistentes de voz acessíveis?

QP2: Quais metodologias utilizadas nas pesquisas?

QP3: Quais são tecnologias mais utilizadas para a criação de aplicações com assistente de voz?

QP4: Quais frameworks e guias têm sido produzidos sobre o tema?

Os estudos primários foram identificados através da aplicação da *string* de busca. Foi utilizada a seguinte *string*:

(low vision OR visual impairment) AND (voice assistant OR voice assistance OR virtual assistant)

A *string* foi definida de acordo com a metodologia de Kitchenham e Charters (2007), *Population, Intervention, Comparison, Outcome* - PICO, sem incluir o item *comparison*, pois não foi relevante para esta pesquisa. Foi utilizado o software *Parsifal* para auxílio no planejamento, execução e extração dos dados. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: artigos em português e inglês; artigos revisados por pares; artigos relevantes à pesquisa. Dos critérios de exclusão, pode-se citar artigos duplicados; publicados em congressos e demais eventos; estudos que não contribuem para a

compreensão do tema. Foram aplicados filtros através da leitura dos títulos e resumos (**filtro 1**) e da leitura dos artigos na íntegra (**filtro 2**). A Tabela 5 mostra o número de artigos sobre o tema que foram encontrados:

Base	Primeira busca	Primeiro Filtro	Segundo Filtro
ACM Digital Library	15.233	13	13
Scopus	9	6	2
IEEE Xplore	1.044	15	5
ERIC	2.267	7	5
Taylor & Francis	20	10	6
Total	18573	51	31

Tabela 5. Número de artigos após filtragem (Fonte: produzido pela Autora).

Após a aplicação do segundo filtro foram extraídos 31 artigos científicos, sendo que 13 destes artigos foram da *ACM Digital Library*.

4.1.1. Pesquisa documental

Foi feita uma pesquisa documental nos principais sites que apresentam conteúdo significativo para a pesquisa sobre assistentes de voz, deficiência visual, acessibilidade web e acessibilidade de software através da ferramenta de busca Google. **Foram considerados os cinco primeiros resultados** da busca para cada categoria pesquisada.

As seguintes palavras-chaves foram utilizadas para as buscas: “assistente de voz”, “voice assistant”, “assistente virtual” e “virtual assistant”, “web accessibility”, “acessibilidade web”, “padrões de acessibilidade web” e “web accessibility standards”, “acessibilidade de software” e “software accessibility”, “deficiência visual”, “visual impairment”, “low vision” e “baixa visão”.

Foram desconsiderados sites de vendas de produtos e serviços, conteúdo repetido ou irrelevante para a pesquisa e portais de notícias. O levantamento documental feito na internet teve como resultados descritos na Tabela 6.

Website	URL	Categoria	Observações
<i>Google Assistant</i>	https://assistant.google.com/intl/pt_br	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Google Assistant Accessibility vídeos (seção de acessibilidade)</i>	https://www.youtube.com/watch?v=o64-suVTh67U	Assistente de voz	Vídeos e tutoriais
<i>Amazon Alexa</i>	https://www.amazon.com.br/?ie=UTF8&node=19949683011	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Amazon Alexa (seção de acessibilidade)</i>	https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=21101808011	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Apple Siri</i>	https://www.apple.com/br/siri/	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Apple Siri (seção acessibilidade)</i>	https://support.apple.com/pt-br/guide/iphone/iphaff1d606/ios	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Samsung Bixby</i>	https://www.samsung.com/br/apps/bixby/	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Bixby Vision</i>	https://www.samsung.com/global/galaxy/apps/bixby/vision/	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Microsoft Windows Cortana</i>	https://www.microsoft.com/en-us/cortana	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>Microsoft Windows 10 accessibility (San Diego University)</i>	https://accessibility.sdsu.edu/instructional-materials/windows10	Assistente de voz	Documentação instrucional
<i>All about voice assistants, natural language processing and speech recognition</i>	https://studentsxstudents.com/all-about-virtual-voice-assistants-natural-language-processing-and-speech-recognition-ae04f854bc59	Assistente de voz	Documentação instrucional / artigo não-científico
<i>Virtual assistants trends to watch 2022</i>	https://uxplanet.org/virtual-assistants-trends-to-watch-in-2022-7cf9fd66485b	Assistente de voz	Documentação instrucional / artigo não -científico
<i>Top 10 Ai-powered Virtual Assistant Companies</i>	https://aimagazine.com/ai-applications/top-10-ai-powered-virtual-assistant-companies	Assistente de voz	Documentação instrucional / artigo não-científico
<i>What is a Virtual Assistant and how does it works</i>	https://www.lifewire.com/virtual-assistants-4138533	Assistente de voz	Documentação instrucional / artigo não-científico
<i>Cartilha de acessibilidade na Web – W3C BRASIL</i>	https://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html	Acessibilidade web	Documentação instrucional
<i>Guia de acessibilidade Web (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp)</i>	https://educadiversidade.unesp.br/guia-de-acessibilidade-web/	Acessibilidade web	Documentação instrucional
<i>Vídeo de introdução a acessibilidade web e padrões W3C</i>	https://www.w3.org/WAI/videos/standards-and-benefits/pt-BR	Acessibilidade web	Documentação instrucional / Vídeos
<i>Acessibilidade (Mozilla developer)</i>	https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/Accessibility	Acessibilidade web	Documentação instrucional
<i>WebAIM – Web Accessibility in</i>	https://webaim.org/	Acessibilidade web	Documentação instrucional

<i>Mind</i>			
<i>Digital Accessibility Standards Checklist: Is Your Software Accessible</i>	https://praxent.com/blog/digital-accessibility-software-checklist	Acessibilidade de software	Documentação instrucional / artigo não-científico
<i>Software Accessibility (Oregon State University)</i>	https://accessibility.oregonstate.edu/software	Acessibilidade de software	Documentação instrucional
<i>Checklist for Application Software Accessibility (NDA)</i>	https://universaldesign.ie/technology-ict/archive-irish-national-it-accessibility-guidelines/application-software/checklist-for-application-software-accessibility/	Acessibilidade de software	Documentação instrucional
<i>Software Accessibility Testing</i>	https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/tip/Software-accessibility-testing-Standards-strategy-and-tools	Acessibilidade de software	Documentação instrucional / artigo não-científico
Artigos técnicos – acessibilidade de software	https://www.normas.com.br/visualizar/artigo-tecnico/3389/as-orientacoes-sobre-acessibilidade-de-software	Acessibilidade de software	Documentação instrucional / artigo técnico
Deficiência visual: o que é?	https://www.justica.pr.gov.br/Pagina/Deficiencia-Visual	Deficiência visual	Documentação instrucional / artigo não-científico
Deficiência visual (Universidade Federal de Campinas -UNICAMP)	https://www.justica.pr.gov.br/Pagina/Deficiencia-Visual	Deficiência visual	Documentação instrucional / artigo não-científico
Deficiência visual (Ministério da Educação)	http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf	Deficiência visual	Documentação instrucional / artigo não-científico
<i>What is vision impairment? (University of Pittsburg)</i>	http://ophthalmology.pitt.edu/vision-impairment/what-vision-impairment	Deficiência visual	Documentação instrucional / artigo não-científico
<i>Low Vision (National Eye Institute)</i>	https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/eye-conditions-and-diseases/low-vision	Deficiência visual	Documentação instrucional / artigo não-científico

Tabela 6. Resultado da pesquisa documental em websites (Fonte: produzido pela Autora).

4.2. Estudo sobre os principais assistentes de voz

Foram pesquisados os principais assistentes de voz existentes no mercado e respectiva documentação, tecnologias utilizadas, plataformas (*mobile*, *desktop*, outros), funcionalidades e suporte aos usuários PcD. Foi possível verificar que alguns assistentes têm funcionalidades para automação residencial (*Alexa* e *Google Assistant*), outros têm como prioridade o gerenciamento de tarefas e aplicações do usuário (*Cortana*, *Bixby* e *Siri*). A maioria desses assistentes tem integração com leitores de tela, exceto o *Cortana*, facilitando assim a acessibilidade para usuários cegos. Não havia nenhuma funcionalidade destinada a melhorar a experiência do usuário com baixa visão nestes softwares. Estudos mais aprofundados sobre a interface de voz e interface gráfica destes assistentes são necessários. A Tabela 7 disponibiliza o resultado do estudo.

ASSISTENTE DE VOZ	TECNOLOGIA	PLATAFORMA	FUNCIONALIDADES	SUPOORTE AO USUÁRIO PcD
<i>Google Assistant</i>	C++ , Computação em nuvem e Processamento de linguagem natural (PLN)	<i>Mobile, Ipad</i> e embarcado (TV, caixa de som, <i>Raspberry Pie</i>)	Automação residencial; Pesquisa no <i>Google</i> ; Realização de chamadas; Alarme e cronômetro; Informação sobre o clima; Acesso ao <i>Google Maps</i> ; Acesso ao YouTube Music; Acesso à <i>Netflix</i> ; Acesso ao <i>Spotify</i> ; Lista de compras; Jogos; Mensagem de voz para <i>Whatsapp</i> e <i>Gmail</i> ;	Integração com <i>Talkback</i> e <i>VoiceOver</i> Modo <i>Verbose</i> com <i>Chromecast</i> Indicação sonora de entrada de áudio
<i>Alexa (Amazon)</i>	<i>Automatic Speech Recognition</i> (ASR) Computação em nuvem com <i>Amazon AWS</i> e Processamento de linguagem natural (PLN) Node.js	<i>Mobile</i> , desktop e embarcado (caixa de som)	Chamadas e mensagens para outros usuários da <i>Alexa</i> ; Entretenimento (piadas, curiosidades, música e poesia); Tradução; Acesso às notícias; Informações sobre o clima; Alarmes, <i>timers</i> e lembretes; Calendário personalizado; Criação de listas; Automação residencial; Músicas com <i>Amazon Music</i> ; Integração com <i>Spotify</i> , <i>Deezer</i> , <i>iFood</i> , <i>UBER</i> , <i>Samsung Smart Things</i> .	Ajuste da velocidade do diálogo Transforma áudio em legenda Equalizador de voz Dispositivo <i>Echo Show</i> identifica produtos para cegos Leitor de tela <i>VoiceView</i> (<i>Echo Show</i>) Acesso sem uso da voz no <i>Echo Show</i>
<i>Siri (Apple)</i>	<i>Python</i> , Computação em nuvem e <i>Deep Neural Network</i> (DNN)	Dispositivos <i>mobile</i> , desktop e embarcados da <i>Apple</i> (<i>iPhone</i> , <i>iPad</i> , <i>iPod Touch</i> , <i>Apple Watch</i> , <i>Apple TV</i> , <i>HomePod</i> e <i>Mac</i>)	Faz cálculos; Traduz uma frase para outro idioma; Controla <i>apps</i> com a sua voz; Cria eventos no calendário; Cria lembretes; Clima e tempo na sua área; Notícias; Identifica ligações de telefone e ligações do <i>FaceTime</i> ; Lê automaticamente as notificações recebidas de <i>apps</i> como mensagens e lembretes; Música no <i>Apple Music Voice</i> ; Mapas e itinerários.	Abre <i>apps</i> do <i>iPhone</i> , ativa ou desativa vários ajustes Ativa o leitor de tela <i>VoiceOver</i> Funcionalidade “Digite em vez de falar com a <i>Siri</i> ”
<i>Cortana</i>	C#, Computação	Desktop (<i>Win-</i>	Gerencia seu calendá-	Apenas possibilita

<i>(Microsoft)</i>		em nuvem e Processamento de linguagem natural (PLN)	<i>dows 10) e mobile (Android e iOS como um app independente e instalável)</i>	rio e mantêm sua agenda atualizada; Possibilita participar de uma reunião no <i>Microsoft Teams</i> ou descobrir com quem será a sua próxima reunião; Cria e gerencia listas; Configura alarmes e lembretes; Localiza dados, definições e informações; Abre aplicativos no computador.	o controle de acessibilidade do sistema operacional <i>Windows</i>
<i>Bixby</i>	<i>(Samsung)</i>	<i>JavaScript</i> , Computação em nuvem e Processamento de linguagem natural (PLN)	<i>Mobile</i> e embarcados da <i>Samsung</i> (TVs e geladeiras)	Reconhecimento de objetos (<i>Bixby Vision</i>) Controle de dispositivos inteligentes da sua casa; <i>Bixby Hello</i> : presente na tela inicial do celular, que mostra conteúdo teoricamente útil e personalizado para você, como previsão do tempo, agenda, o preço do UBER para casa, o que está em alta no <i>YouTube</i> ou <i>Flipboard</i> ; <i>Bixby Voice</i> : o assistente virtual que funciona por comandos de voz, controlando dispositivos inteligentes na sua casa, ou respondendo a perguntas como “como está o tempo lá fora?”; <i>Bixby Vision</i> : recurso do <i>Bixby</i> que permite a você usar a câmera para reconhecer texto, objetos, cenas e até mesmo traduzir placas em tempo real; Lembrete <i>Bixby</i> : uma função pré-instalada na <i>Bixby</i> que te lembra de fazer alguma coisa em um determinado horário ou local.	<i>Bixby Vision</i> possibilita reconhecer imagens e traduzi-las instantaneamente através de sua câmera facilitando a vida das pessoas cegas

Tabela 7. Estudo sobre principais assistentes de voz (Fonte: produzido pela Autora).

4.3. Submissão do projeto ao comitê de ética

A submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa foi feita através da Plataforma Brasil, respeitando os procedimentos de envio de documentos tais como: projeto resumido, projeto detalhado, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e

anuência da coordenação do curso. Tal etapa é essencial para pesquisas que são realizadas com seres humanos.

4.4. Entrevista semiestruturada com alunos com baixa visão e servidores

A pesquisa foi feita através de entrevistas semiestruturadas com questões abertas com alunos com baixa visão de graduação e curso técnico. Também foram entrevistados servidores das instituições.

As questões das entrevistas foram elaboradas com intuito de identificar quais principais barreiras encontradas por estes alunos no acesso à informação no meio digital de ensino, além de verificar grau de experiência anterior com *chatbots* e assistentes de voz e demais tecnologias. As questões feitas aos servidores tiveram o intuito de verificar quais problemas de acessibilidade são percebidos por estes na instituição em que trabalham. As entrevistas foram gravadas e transcritas para posterior análise. O roteiro da entrevista se encontra no Apêndice B.

Após a realização das entrevistas, foi realizada a etapa de análise de conteúdo no software *Atlas.ti*. Esta etapa é dividida em fases de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

Os alunos foram escolhidos por meio de um grupo de *WhatsApp* de acessibilidade das instituições. Foi preciso que o aluno concordasse em participar da pesquisa e aceitasse os termos do TCLE, além disso, o aluno deveria ter baixa visão. Foram escolhidos servidores para participarem da pesquisa, principalmente aqueles que realizavam algum trabalho relacionado à acessibilidade.

Para que haja compreensão do TCLE que se encontra no apêndice A, pelos alunos com baixa visão, foi utilizada a fonte tamanho 28, negrito, com títulos e subtítulos destacados, conforme enfatizado por Domingues *et al.* (2010).

4.5. Criação e hospedagem do protótipo de assistente de voz

Os requisitos do protótipo de assistente de voz foram definidos após a análise dos resultados das entrevistas com os usuários.

Foi feito um protótipo de alta fidelidade de aplicação de assistente de voz com foco na acessibilidade de usuários com baixa visão. São apresentadas abaixo as principais características do *software*:

- Agente IBM Watson;
- Aplicação em VUE.JS;
- Interface gráfica adaptada às diretrizes de acessibilidade web;
- Interface de voz via tecnologia *web speech*;
- Requisições com *IBM Watson* via PHP / *Webservice* LARAVEL;
- Armazenamento em nuvem na plataforma *Heroku*.

A aplicação foi feita utilizando as boas práticas de desenvolvimento tais como: manutibilidade, que é o nível de aptidão de um sistema em receber modificações, bom nível de qualidade e com uma base sólida para funcionar adequadamente.

4.6. Teste piloto e teste efetivo

O teste piloto de acessibilidade foi feito com um aluno com baixa visão de uma universidade pública. Este teste teve como objetivo verificar as barreiras de acessibilidade encontradas no protótipo. Foi solicitado o preenchimento do TCLE que consta no Apêndice A. O aluno teve que utilizar o protótipo de assistente de voz e realizar as seguintes atividades:

1. Conversar com a assistente por *input* de texto;
2. Conversar com a assistente por *input* de voz;
3. Conversar com a assistente sobre pelo menos duas tecnologias assistivas;
4. Conversar com a assistente sobre os direitos PcDs;
5. Conversar com a assistente para encontrar o item de ajuda;
6. Conversar com a assistente sobre serviços da diretoria de acessibilidade;

7. Achar as funcionalidades de acessibilidade web (alto contraste e aumento da fonte).

Após o teste piloto, foi feito o teste efetivo com treze alunos com baixa visão de graduação e curso técnico, sendo que foi utilizado o mesmo roteiro com correções de erros encontrados no teste piloto.

4.7. Questionário pós-testes

O questionário pós-teste teve como intuito verificar a percepção sobre a interface gráfica e a interface de voz apresentada no protótipo de assistente de voz. Este é composto por questões demográficas (idade, sexo, grau de instrução), questões sobre experiência com *chatbots* e assistentes de voz e questões específicas. As questões específicas tiveram como objetivo avaliar a acessibilidade do *software*. Foram utilizadas questões fechadas na Escala *Likert* para mensurar as respostas, assim como questões abertas. Barbosa e Silva (2010) enfatizam que esta escala é comumente utilizada para medir opiniões, atitudes, crenças e, no caso da IHC, satisfação dos usuários com um produto ou ideia de design (Barbosa; Silva, 2010).

As questões pós-testes foram feitas utilizando como referência o documento do eMAG e WCAG 2.1, para a avaliação da acessibilidade (World Wide Web Consortium, 2018). As diretrizes de acessibilidade web WCAG 2.1, da World Wide Web Consortium (2018), que foram consideradas neste estudo estão apresentadas na seção de análise dos resultados.

Também, foi utilizado o método de avaliação de interfaces de voz SUIQ-R citado por Iniesto *et al.*, (2021) para a formulação das perguntas. O questionário se encontra no apêndice C. Este método considera os seguintes fatores:

- Orientação do usuário;
- Comportamento do usuário;
- Características do diálogo;
- Verbosidade.

4.8. Análise dos dados

A análise dos dados obtidos pelas entrevistas foi feita através da técnica de análise de conteúdo. Segundo Franco (2012) é um procedimento de pesquisa que se situa em um delineamento mais amplo da Teoria da Comunicação e tem como ponto de partida a mensagem (Franco, 2012). A análise foi feita utilizando o software *Atlas.ti* e seguiu as etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (Bardin, 1977).

A análise dos dados obtidos pelo teste de acessibilidade e questionário pós-teste foi feita reunindo, contabilizando e sumarizando os dados coletados. As gravações e anotações da pesquisadora foram utilizadas para identificar a origem dos problemas encontrados.

4.9. Criação das tabelas com principais percepções sobre acessibilidade de assistentes de voz

As tabelas com principais percepções foram feitas a partir da análise dos resultados do teste de acessibilidade de *software* e questionário pós-teste. Também foi utilizado como referência os estudos encontrados no mapeamento sistemático e na pesquisa documental.

4.10. Limitações do método

O método de pesquisa utilizado se restringe a duas universidades federais e uma instituição de cursos técnicos profissionalizantes e apenas aos usuários com baixa visão. A aplicação do estudo foi feito com foco apenas na interface de voz, não abrangendo as demais interfaces conversacionais.

Resumo do capítulo

Nesta seção foram apresentadas as etapas metodológicas da pesquisa realizada. Foi feita inicialmente uma pesquisa bibliográfica e documental sobre o tema. Em seguida estudo dos principais assistentes de voz do mercado. A submissão ao comitê de ética foi parte essencial para realização de pesquisa com seres humanos. Uma pesquisa em-

pírica foi realizada através de entrevistas semiestruturadas com alunos com baixa visão e servidores para conhecer suas principais dificuldades e barreiras no ambiente educacional. A etapa de prototipação do assistente de voz e realização de testes de acessibilidade com alunos com baixa visão foi apresentada enfatizando os métodos utilizados. As limitações desta pesquisa foram sinalizadas.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, encontram-se os resultados da pesquisa empírica com propósito de atender aos seus objetivos. Inicialmente foram caracterizados os participantes do estudo. Em seguida, são apresentados os resultados das entrevistas e da análise de reuniões de um grupo de extensão sobre acessibilidade e inclusão com alunos das instituições pesquisadas. Esses resultados são discutidos à luz da literatura revisada. Na terceira parte, são discutidos os resultados dos testes e dos questionários pós-teste de acessibilidade feitos com o protótipo de software. Na quarta parte são apresentadas as tabelas com principais percepções sobre acessibilidade de assistente de voz.

5.1. Caracterização dos participantes da pesquisa empírica

Foram entrevistados seis estudantes com baixa visão, sendo quatro homens e duas mulheres, na faixa etária de 23 a 43 anos. Também foram entrevistados três servidores, sendo duas mulheres e um homem, na faixa etária de 36 a 54 anos. As entrevistas ocorreram durante o período de março a abril de 2023 e foram realizadas pelo aplicativo *Zoom*. Os participantes são de universidades públicas do Rio de Janeiro, cuja caracterização se encontra nas Tabelas 8 e 9.

Código	Idade	Sexo	Curso	Tipo de deficiência
AL - 001	23	M	Graduação em Engenharia	Baixa visão
AL - 002	26	M	Graduação em Educação Física	Baixa visão (ceratocone)
AL - 003	30	F	Graduação em Direito	Baixa visão (visão monocular)
AL - 004	43	M	Graduação em Educação Física	Baixa visão (citomegalovírus)
AL - 005	43	M	Graduação em Letras	Baixa visão
AL - 006	32	F	Graduação em Psicologia	Baixa visão (cegueira completa de um olho e visão tubular)

Tabela 8. Caracterização dos alunos entrevistados (Fonte: produzido pela Autora).

Código	Idade	Sexo	Enquadramento funcional
SE- 001	54	F	Servidor Docente de Química
SE - 002	36	F	Servidor Técnico-administrativo em Educação
SE - 003	39	M	Servidor Técnico-administrativo em Educação

Tabela 9. Caracterização dos servidores entrevistados (Fonte: produzido pela Autora).

Pode-se notar na Tabela 8 que os alunos entrevistados eram de cursos diversos e apresentavam deficiência visual (baixa visão). Dos servidores entrevistados, apenas um era docente (Tabela 9).

5.2. Entrevistas semiestruturadas com alunos com baixa visão e servidores

As entrevistas semiestruturadas envolveram estudantes com baixa visão com o objetivo de verificar as dificuldades dos alunos durante o curso de graduação, além de suas experiências com *chatbots* e assistentes de voz para determinar o perfil do usuário do protótipo. Foram também feitas entrevistas com servidores para identificar a percepção deles com relação às necessidades dos alunos com baixa visão. Cada entrevista durou em torno de trinta minutos. Acrescentaram-se ainda análises de reuniões de um grupo universitário para alunos com deficiência no período de março a abril de 2023, no aplicativo *WhatsApp*, com intuito de complementar o estudo. O roteiro da entrevista se encontra no Apêndice B.

5.2.1. Entrevistas com alunos com baixa visão

Foram entrevistados seis alunos com baixa visão. Posteriormente essas entrevistas foram transcritas, e organizadas por data e analisadas com a utilização do software *ATLAS.ti* com o emprego da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 1977).

Para categorizar os resultados das entrevistas, inicialmente foi empregada a classificação criada por Reyes-cruz (2019) que categoriza as competências e práticas dos usuários com deficiência. Também, foi considerado o modelo social da deficiência (Oliver, 1990; Shakespeare, 2006) que tem como propósito verificar as barreiras existentes nos espaços, no meio físico, no transporte, na informação, na comunicação, nos serviços e nas atitudes. Desse modo, foram criadas categorias *a priori* com o emprego da técnica de análise de conteúdo. Assim, obtiveram-se dois conjuntos de categorias: um que expressa as competências e práticas dos alunos com deficiência visual e outro que retrata as barreiras enfrentadas pelos alunos em diferentes contextos do seu cotidiano.

Código/ aluno	Dispositivo utilizado no dia a dia	Comunicação e relações sociais	Leitura textual
AL - 001	Smartphone	Utiliza zoom dos navegadores para redes sociais	Utiliza zoom dos navegadores para leitura
AL - 002	Smartphone e Laptop	Ajuste no brilho da tela do celular e computador	Ajuste no brilho da tela do celular e computador
		<i>chatbots</i> e assistentes de voz facilitaram acesso à informação	Ferramenta de altocontraste dos sites
AL - 003	Smartphone	Ampliação de tela	Ferramenta de ampliação de tela
			Conversão de texto para áudio
AL - 004	Smartphone	(não citado)	Gravação de áudio das aulas
			Utilização de aplicativo para ler e ampliar texto (não citado)
AL - 005	Smartphone	(não citado)	
AL - 006	Smartphone	(não citado)	Fonte ampliada e contraste de tela dos sites

Tabela 10. Competências e práticas dos alunos com baixa visão no uso das tecnologias (Fonte: produzido pela Autora).

Na Tabela 10 é possível identificar que alguns alunos apresentam mais facilidade de leitura através da ampliação de tela e zoom dos navegadores (AL – 001, AL – 003, AL- 004 e AL – 006), já outros precisam do controle do brilho e alto contraste. Dois alunos (AL – 003 e AL - 004) citaram que preferem converter os textos para áudio para facilitar a leitura. Dois alunos (AL – 001 e AL – 006) citaram a dificuldade de mobilidade na universidade, porém nenhum dos alunos entrevistados utiliza tecnologias para mobilidade, portanto este item foi desconsiderado.

Código/ aluno	Barreiras em sala de aula
AL - 001	Leitura de documentos impressos
AL - 002	Leitura de documentos em PDF Brilho de telas dos dispositivos móveis / computadores
AL - 003	Leitura de documentos em PDF
AL - 004	Leitura de documentos em PDF
AL - 005	Leitura de documentos em PDF
AL - 006	(não citado)

Tabela 11. Barreiras em sala de aula (Fonte: produzido pela Autora).

Dentre as barreiras citadas pelos alunos, as mais mencionadas foram relativas às barreiras em sala de aula, conforme descrito na Tabela 11. Pode-se observar que os alunos entrevistados possuem muitas dificuldades com relação ao dia a dia em sala de aula, principalmente de leitura de textos em formato “PDF” e impressos, conforme citado pela aluna AL - 003:

“Sim, dificuldade porque eu tenho visão monocular então é muito difícil para eu ler, as leituras de texto eu tenho que colocar tudo ampliado e têm alguns professores que até levam de boa mas têm alguns que não. Têm uns que é meio complicado de conversar, inclusive teve um da matéria de manhã que tive que trancar, têm uns que até ajudam, envia a prova, envia trabalho, mas têm uns que são meio complicados de entender nossa acessibilidade, entendeu?”

A aluna AL - 003 enfatizou que prefere que o material seja disponibilizado em áudio:

“Ampliar pelo celular é muito ruim, ficar passando pra lá e pra cá? Eu acabo perdendo o foco né, da leitura. Então é um pouco difícil. Eu entendo mais escutando a aula do que lendo”.

Os alunos citaram que são poucos os casos de professores que decidem adaptar suas aulas às tecnologias acessíveis. Estes alunos buscam de forma autônoma tecnologias tais como: ampliadores de tela digitais, ferramentas de alto-contraste, ajuste de brilho das telas e em alguns casos, leitores de tela. Os professores que recebem alunos cegos ou com baixa visão em sala de aula, na sua maioria, têm apenas informações teóricas sobre a questão e não conhecem as potencialidades e possibilidades deles. Há uma tendência cultural da pessoa vidente considerar este indivíduo como limitado, e, consequentemente, incapaz ou PcD (Lira; Schlindwein, 2008). Na Tabela 12 é possível ver o resultado das barreiras de utilização de serviços web:

Código/ aluno	Barreiras de utilização dos serviços web
AL – 001	(não citado)
AL – 002	(não citado)
AL – 003	(não citado)
AL – 004	Alguns sistemas acadêmicos não possuem ferramenta de ampliação de fonte
AL – 005	Dificuldade em fazer relatórios nos sistemas acadêmicos
AL – 006	(não citado)

Tabela 12. Dificuldades e facilidades encontradas no uso de serviços web (Fonte: produzido pela Autora).

Com relação às barreiras de utilização dos serviços web da universidade, como sites e sistemas, os alunos tiveram poucas dificuldades. Pode-se ver o seguinte trecho da entrevista com o aluno AL - 004:

“Sim, o SIGA, o portal do aluno entre outros, seria bom se tivesse no próprio site o recurso de leitura, pra não precisar ampliar, pois demora mais a leitura, mais tenho avançado”.

Os recursos de TICs são ferramentas importantes para pessoas com baixa visão, pois permitem que elas tenham suas habilidades visuais ampliadas com auxílio de recursos ópticos, não ópticos, eletrônicos e de informática como meio de garantia de acesso às informações necessárias ao desenvolvimento funcional. O computador permite aten-

der às necessidades de cada pessoa no que se refere à ampliação, ao contraste, à edição de texto e suporte sonoro (Borges; Mendes, 2018).

A categoria barreiras de infraestrutura universitária apresentou baixa frequência. Dois alunos citaram problemas com elevadores, escadas e transporte.

Quanto à categoria barreiras de socialização e comunicação, foi percebido que os alunos citaram que não participam de grupos e projetos de extensão sobre acessibilidade e não são incentivados a isto. A aluna AL - 003 cita que participa apenas de um grupo do *WhatsApp* para *PcDs* da universidade:

“Só estou mesmo no grupo de WhatsApp dos PcD, a gente bate-papo, troca conversa, um acompanhando ao outro mas a própria faculdade eu não participo não”.

Também, foram encontradas falas que demonstram pouca iniciativa do professor em auxiliar o aluno AL - 004, conforme visto abaixo:

“Tive um que arrumou problema comigo, querendo autorização pra gravação, que ele não dava autorização pra gravar na aula dele, etc. Sempre tem 1, fazer o que, mais tenho conseguido avançar pela graça de Deus”.

As expectativas do aluno com relação ao ambiente educacional são muitas vezes frustradas, não por incompetência ou falta de capacidade intelectual, mas por negligência do sistema ou da própria escola que não utiliza os recursos didáticos adequados para a facilitação do processo ensino-aprendizagem (Lira; Schlindwein, 2008).

A categoria experiência com *chatbots* e assistentes de voz apresentou pouca frequência, sendo que os alunos em sua maioria não têm experiência com *chatbots* e apresentam dificuldade de adaptação às tecnologias emergentes como assistentes de voz.

Código/ alu- no	Experiência com chatbots e assistentes de voz
AL - 001	(não possui experiência)
AL - 002	Utilizou em alguns aplicativos de bancos e <i>sites</i> e teve boas expe-

	riências
AL - 003	(não possui experiência)
AL - 004	Utilizou um recurso de <i>chatbot</i> no qual considerou ruim e ineficaz
AL - 005	(não possui experiência)
AL - 006	(não possui experiência)

Tabela 13. Experiência com *chatbots* e assistentes de voz citadas pelos alunos (Fonte: produzido pela Autora).

5.2.2. Entrevistas com servidores

Foram feitas três entrevistas semiestruturadas com servidores da universidade (professores e técnicos-administrativos na educação) via aplicativo *Zoom*. Foram criadas codificações com trechos significativos e criadas três categorias: percepção das dificuldades de utilização de tecnologias em sala de aula, percepção sobre dificuldades ambientais de socialização e percepção sobre oportunidades de treinamento e capacitação de servidores. Os resultados das análises das entrevistas feitas com servidores se encontram na Tabela 14.

Categoria	Frequência	Pergunta norteadora
1. Percepção das barreiras em sala de aula	2	Quais metodologias educacionais inclusivas a universidade tem empregado para estes alunos em sala de aula? Quais barreiras enfrentadas por estes alunos?
2. Percepção sobre barreiras de socialização e comunicação	3	Quais barreiras percebidas quanto à socialização destes alunos no ambiente universitário?
3. Percepção sobre Treinamento e capacitação sobre acessibilidade	4	Como tem sido a capacitação de servidores universitários quanto à acessibilidade e inclusão? Quais oportunidades existentes?

Tabela 14. Categorias criadas a partir das entrevistas com servidores (Fonte: produzido pela Autora).

Dentre as categorias que emergiram das entrevistas, os servidores citaram com mais frequência o treinamento e capacitação sobre acessibilidade, vindo em segundo lu-

gar a percepção de barreiras na socialização e percepção sobre barreiras em sala de aula. A maioria dos servidores entrevistados citou que são poucos cursos disponibilizados pela universidade e algumas ações pontuais. Apenas uma entrevistada informou que participa ativamente na criação de cursos sobre acessibilidade.

Para que a educação inclusiva seja implementada, é preciso que as Instituições de Ensino Superior criem condições para que os alunos com necessidades especiais sejam recebidos de forma satisfatória e efetivamente incluídos no processo educacional. Para que isso aconteça, é necessário que haja a disponibilidade de recurso para a capacitação dos professores e de todos os profissionais envolvidos no processo de inclusão (Carvalho Filha *et al.*, 2017).

Quanto à categoria de percepção sobre barreiras em sala de aula, a servidora SE - 001 citou o motivo pelo qual os professores não têm adaptado suas aulas:

“A dificuldade encontrada na sala de aula é uma barreira mais atitudinal do que comunicacional, política, institucional, pois mesmo que se ofereçam várias opções ou formações, o professor não se interessa, por dois motivos basicamente: mais demandas geradas e falta de incentivo salarial para esse tipo de atendimento e adaptações em ambiente escolar e mais pontualmente na sala de aula”.

Ao ter uma visão geral sobre todas as barreiras relatadas e percebidas através das categorias, as barreiras em sala de aula são as mais citadas nas entrevistas com alunos e as percepções sobre oportunidades de treinamento e capacitação, pelos servidores.

Quanto às competências e práticas dos alunos, o resultado apresentado foi bem diverso. Tal resultado é essencial para criação de um protótipo de software adaptado às reais necessidades destes alunos com baixa visão, principalmente para produzir materiais adaptados e aplicativos acessíveis.

5.2.3. Análise das reuniões do grupo de alunos PcDs

As análises das reuniões realizadas no grupo de alunos PcDs evidenciaram a necessidade de auxílio em sala de aula aos alunos com baixa visão. Esses alunos relataram diversas situações no qual foram desmotivados e tratados de forma preconceituosa no ambiente universitário, tanto pelos docentes quanto pelos demais servidores.

Há um consenso desses alunos de que a universidade não possui facilitadores de aprendizagem suficientes para auxiliá-los. Foram feitas críticas também à diretoria de acessibilidade da universidade, por não conseguir atender as demandas. Os alunos também carecem de auxílio jurídico para solucionar problemas do dia a dia. Tais resultados também foram evidenciados pelos estudos sobre capacitismo de Mello *et al.* (2019) e Silva e Silva (2018).

5.3. Desenvolvimento do protótipo de assistente de voz

Para avaliar a acessibilidade de um assistente de voz foi desenvolvido um protótipo acessível que auxiliasse os alunos com baixa visão da universidade. O desenvolvimento foi dividido em três etapas: planejamento, design do agente *IBM Watson assistant* e criação da aplicação web.

5.3.1. Planejamento e design do agente *IBM Watson Assistant*

A empresa *International Business Machines Corporation* (IBM) dispõe de uma API chamada *Watson Assistant* que oferece uma interface para construir e manter chats e agentes virtuais sem a necessidade de códigos. O *IBM Watson Assistant* foi desenvolvido com base na compreensão da linguagem natural - NLU, processamento da linguagem natural - NLP e *machine learning* para melhor compreender as perguntas, automatizar a busca das melhores respostas e completar a ação pretendida pelo usuário. O serviço gratuito tem a limitação de 10.000 mensagens por mês (*International Business Machines Corporation*, 2023). Na Figura 4 consta a arquitetura funcional do *IBM Watson Assistant*.

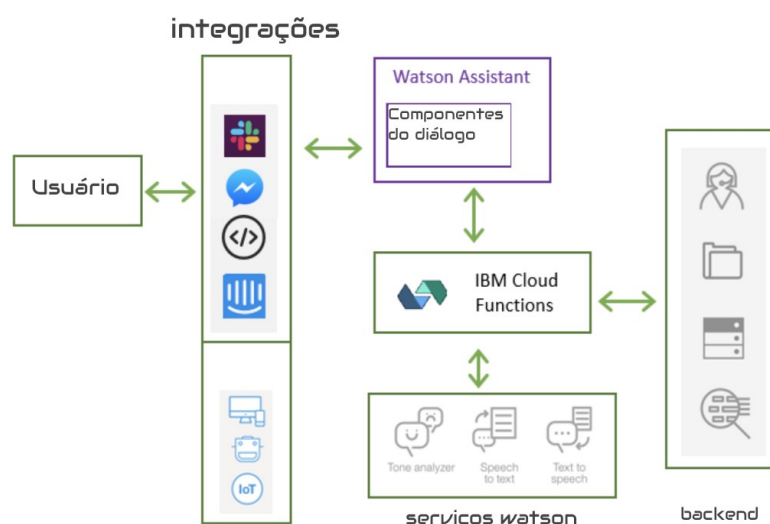


Figura 3. Arquitetura funcional do *IBM Watson assistant* (Fonte: International Business Machines Corporation, 2023).

Na fase de planejamento, foi descrito o objetivo do agente *Watson assistant* e as características dos usuários. O agente teve como propósito ajudar os alunos com baixa visão a solucionarem os principais problemas mapeados nas entrevistas semiestruturadas.

Para a criação do agente *IBM Watson Assistant* foram caracterizados os usuários do produto: brasileiros, fluentes na língua portuguesa, de qualquer sexo e com idades que variam de 23 a 43 anos. Os problemas mais frequentes destes usuários na utilização de tecnologias foram mapeados nas entrevistas semiestruturadas e estão listados a seguir.

- Têm dificuldade de leitura de arquivos de texto no formato “pdf” (tamanho da fonte, contraste e brilho);
- Não conseguem enxergar com facilidade textos das redes sociais (tamanho da fonte, contraste e brilho);
- Não conseguem enxergar com facilidade os textos dos sistemas e *websites* (tamanho da fonte, contraste e brilho);
- Precisam conhecer os serviços da diretoria de acessibilidade;
- Precisam saber solicitar facilitadores de aprendizagem através da diretoria;
- Precisam conhecer seus direitos como estudantes PcD;
- Precisam ter fácil acesso às notícias da universidade;

A criação da personalidade de um assistente aumenta os níveis de afinidade e aceitabilidade tornando-o mais parecido com os seres humanos (Garcia *et al.*, 2018) e deve estar relacionada com os valores da universidade. É importante também definir se o assistente terá uma personalidade séria ou brincalhona, casual ou formal, respeitosa ou irreverente, de acordo com os doze arquétipos definidos por Carol Pearson (Spencer *et al.*, 2018).



Figura 4. Os 12 arquétipos definidos por Carol Pearson (SPENCER et al., 2018).

Foi utilizado o arquétipo do cuidador, conforme apresentado na Figura 4, que prevê as necessidades das pessoas, entendendo o que as fará se sentirem protegidas, seguras e nutridas. Tem um conhecimento intenso da vulnerabilidade humana, mas está mais focado em aliviar os problemas de outras pessoas. Tal arquétipo é salientado como sendo o mais adequado pelos autores que estudam acessibilidade.

O assistente foi definido como sendo do sexo feminino. Apesar de desenvolvedores usualmente criarem assistentes do sexo feminino para performarem atividades domésticas e assistentes do sexo masculino para atividades relacionadas à segurança e à

sobrevivência, tais práticas são criticadas por pesquisadores por reafirmar estereótipos de gênero que não são aceitáveis pela sociedade moderna (Forgass-Col *et al.*, 2022).

O assistente possui personalidade amigável, respeitosa e empática. A construção das frases na etapa seguinte foi feita de acordo com o perfil criado. Os autores Iniesto *et al.* (2021) citam que para um assistente de voz ser acessível a personalidade deve ser amigável, empática e calma. Ao mesmo tempo, deve representar os valores da instituição.

Em seguida, foram criados os componentes de diálogo do agente *IBM Watson Assistant*, que são as entidades, intenções, contextos, ações e parâmetros e conexões externas ou *fulfillments* (International Business Machines Corporation, 2023).

As intenções são as ações do usuário. No processo de criação das intenções são realizados treinamentos de frases, com o algoritmo de *machine learning* do *IBM Watson Assistant*. Foram criadas intenções de boas-vindas, de dicas de tecnologias assistivas, de dicas de conversão de “PDF”, de dicas de leitores de telas, de dicas de lupas digitais, de dicas de ferramenta de alto contraste, de informação sobre notícias da universidade, de informação sobre serviços da diretoria de acessibilidade, de auxílio jurídico e direitos dos alunos PcDs, de ajuda na utilização do agente e de mensagens de erro. A Tabela 15 apresenta a lista de intenções criadas e seu respectivo contexto.

Intenções	Contextos
Mensagem.boasvindas	(sem contexto)
Mensagem.erro	(sem contexto)
Dicas.tecnologiasassis	softwares
Dicas.conversaopdf	softwares
Dicas.leitordetela	softwares
Dicas.lupadigital	softwares
Dicas.altocontraste	softwares
Info.noticias	(sem contexto)
Info.diretoriaaccess	informação aluno PcD
Info.juridica	informação aluno PcD
Ajuda.assistente	(sem contexto)

Tabela 15. Intenções e contextos criados no *Dialogflow* (Fonte: produzido pela Autora).

A criação de contextos permite manter uma conexão entre as intenções, deixando o diálogo mais fluido. Nem todas as intenções criadas têm contextos associados.

O conteúdo das mensagens teve como referência tutoriais sobre tecnologias assistivas para alunos com deficiência visual, assim como de páginas da legislação brasileira sobre acessibilidade e do Centro Tecnológico de Acessibilidade do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2022).

5.3.2. Desenvolvimento da aplicação web

O protótipo foi projetado para ser acessível e responsivo, funcionando tanto em computadores desktop, tablets e em celulares, e foi desenvolvido utilizando as seguintes tecnologias:

- Projeto em VUE.JS;
- Interface gráfica com ferramentas de acessibilidade web;
- Interface de voz via tecnologia *web speech*;
- Requisições com *IBM Watson* via PHP / *Webservice* LARAVEL;
- Armazenamento em nuvem com *Heroku*.

O *framework* VUE.JS utiliza uma estrutura *JavaScript*, tendo como vantagens sua baixa curva de aprendizagem e flexibilidade. Tais vantagens facilitaram o processo de desenvolvimento do software.

A interface gráfica da aplicação foi feita para possibilitar a interação via fala e via texto com o assistente *Watson*. Uma etapa importante foi a da inserção de botão para habilitar o alto contraste de tela (Figura 6) e aumentar o tamanho da fonte, itens essenciais para os alunos com baixa visão. Para que haja melhor visualização do texto é preciso que a fonte seja limpa, sem serifa, sem decoração ou distorção, com títulos e subtítulos destacados. Caso favoreça o campo visual do estudante, o texto pode ser dividido em colunas, conforme enfatizado por Domingues *et al.* (2010).

A folha de alto contraste seguiu as diretrizes citadas na página do eMAG (Brasil, 2014):

Cor de fundo: independentemente da cor utilizada, ela deve ser alterada para preto (#000000);

Cor de texto: independentemente da cor utilizada, ela deve ser alterada para branco (#FFFFFF);

Links: o modo normal do link deve ser sublinhado (para que ele se diferencie do texto normal), assim como o modo *hover* e o modo *active*. O link deve ser alterado para amarelo (#FFF333);

Ícones: todos os ícones devem ser brancos;

Linhas e contornos: as linhas e os contornos dos elementos devem ser alterados para branco.



Figura 5. Interface gráfica do assistente para mobile (Fonte: produzido pela Autora).

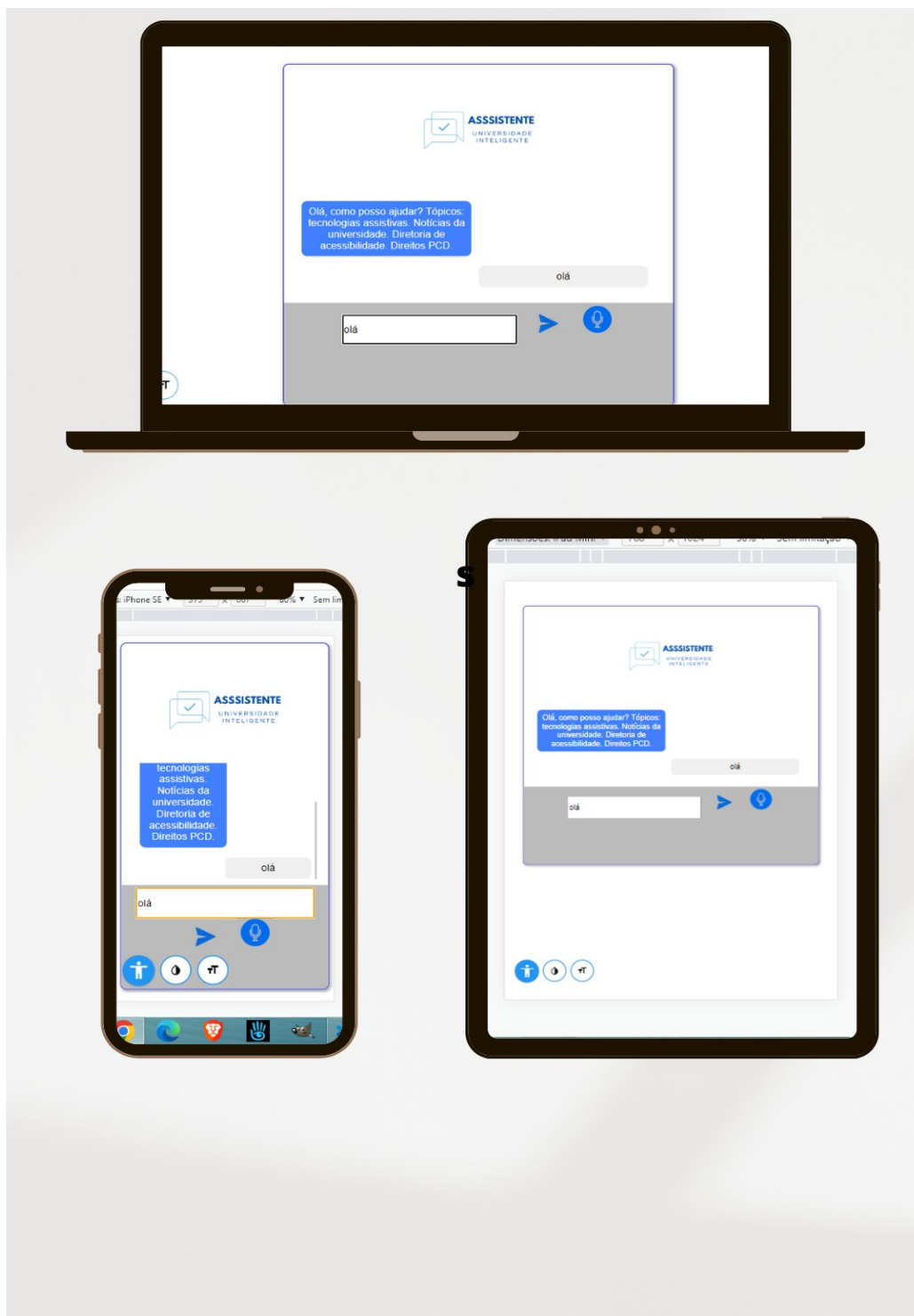


Figura 6. Interface gráfica para vários dispositivos (Fonte: produzido pela Autora).

Com relação aos requisitos de acessibilidade da WCAG para pessoas com baixa visão (W3C, 2016), existem quatro características comuns aos usuários com baixa visão que impactam o uso das interfaces web: acuidade visual, sensibilidade à luminosidade,

sensibilidade ao contraste, campo de visão e visão das cores. Foram consideradas as seguintes características para a criação do layout:

Acuidade visual: está relacionada à nitidez da visão. A acuidade visual de alguns usuários com baixa visão pode ser corrigida com óculos de grau ou cirurgia. Porém, para alguns usuários este problema não pode ser corrigido. Os itens 3.3 percepção (tamanho do texto, tipo de fonte, estilo, capitalização e tamanho dos elementos); 3.4 espaçamento e leitura (espaçamento entre letras, espaçamento entre palavras, alinhamento, margens e bordas, espaçamento entre elementos); e 3.5 identificação de elementos (customização dos elementos) do WCAG estão relacionados à acuidade visual. Este item foi considerado com a inserção do botão de aumento de fonte.

Sensibilidade à luminosidade: muitas pessoas com baixa visão possuem sensibilidade à luz (fotofobia). Interfaces com muita luminosidade dificultam a leitura desses usuários, que frequentemente necessitam modificar a luminosidade de tela dos dispositivos. A seção da WCAG relacionada à sensibilidade e à luminosidade é a 3.1 luminosidade e cor. Este item foi considerado utilizando o botão de alto contraste.

Sensibilidade ao contraste: é a diferença de iluminação emitida entre duas cores vizinhas. Um problema comum que usuários com baixa sensibilidade ao contraste encontram é a utilização de um texto cinza com fundo claro, por exemplo. A seção da WCAG relacionada à sensibilidade ao contraste é a 3.1 luminosidade e cor. Este item foi considerado utilizando o botão de alto contraste.

Campo de visão: considerada a área no qual os olhos de uma pessoa conseguem captar informações ao olhar em linha reta. Normalmente, as pessoas possuem campo de visão de 180 graus da esquerda para direita e de 150 graus de cima para baixo. Algumas pessoas possuem o campo de visão menor. As seções do WCAG relacionadas ao campo de visão são 2.2 monitoramento e 2.6 ponto de vista e proximidade.

Visão das cores: Algumas pessoas não conseguem captar certas cores, normalmente chamadas de daltônicas. Seção 3.1 luminosidade e cor.

Considerando que a aplicação é multiplataforma, foram seguidas também as orientações da norma NBR 17060 sobre acessibilidade de aplicações para celulares (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022).

A interface de voz é essencial para a criação de um assistente de voz. Para que a interface de voz do protótipo fosse acessível, foram seguidas as recomendações dos autores Iniesto *et al.*, (2021). Foi evitada a verbosidade nos diálogos, através da criação de frases simples e objetivas. A voz do assistente foi configurada para parecer natural e humana, evitando erros de pronúncia da língua portuguesa. A voz foi configurada para ter a velocidade adequada, não sendo muito rápida nem muito lenta (Iniesto *et al.*, 2021).

Também foram consideradas as orientações de Hone e Graham (2020) a respeito da criação de interfaces de voz com foco na usabilidade. Os autores consideram os seguintes fatores: acurácia de resposta do sistema, agradabilidade, demanda cognitiva, aborrecimento, habitabilidade e velocidade (Hone; Graham, 2000).

O protótipo teve como vantagem considerar os requisitos de acessibilidade desde sua concepção. Diversos assistentes de voz existentes no mercado não possuem interface acessível para usuários com baixa visão. Pode-se ver, por exemplo, na Figura 8 a interface do assistente de voz *Google Assistant*, no qual a fonte utilizada tem o tamanho muito pequeno. Não há opção de alto contraste.

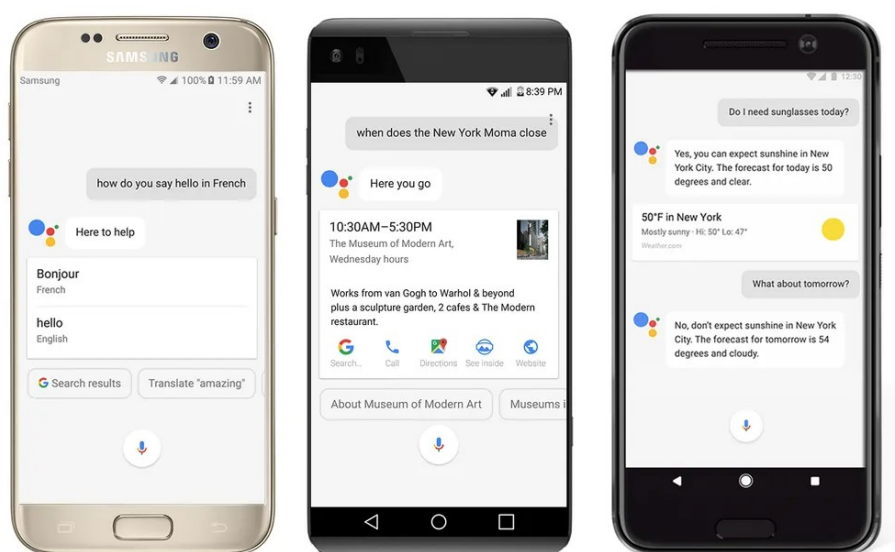


Figura 7. Interface gráfica do *Google Assistant* (Fonte: Google, 2024).

5.3.2. Análise com especialistas em interação humano-computador

O protótipo foi analisado por um grupo de quatro especialistas em IHC do grupo de pesquisadores do Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade - NAU da Unirio para que fosse feita uma avaliação inicial do assistente. A reunião ocorreu remotamente, através do aplicativo de videoconferência *Google Meet*, no mês de maio de 2023.

Foram sugeridas alterações na interface gráfica do protótipo para que esta estivesse adaptada a todos os tipos de dispositivos móveis. Também foi sugerida a inserção de histórico da conversa.

5.4. Testes de acessibilidade com o protótipo de assistente de voz

Os testes de acessibilidade do protótipo tiveram como objetivo avaliar a acessibilidade por usuários com baixa visão. Inicialmente foi feito um teste piloto com uma aluna com baixa visão e posteriormente com 13 alunos com baixa visão. Após a realização dos testes foram feitas entrevistas semiestruturadas com os alunos.

Neste estudo foi utilizada a técnica de qualitativa observacional (Cresswell, 2009) com criação de tarefas a serem executadas no protótipo e entrevista pós-testes.

5.4.1. Teste piloto

O teste piloto teve como objetivo verificar se o protocolo adotado foi adequado. O perfil da aluna que testou o protótipo é apresentado na Tabela 16. A aluna é do sexo feminino, com idade de 26 anos e cursa graduação em Museologia. Ela apresenta baixa visão (visão monocular). Não apresenta experiência com assistentes de voz, apenas com *chatbot* Chat GPT.

Código	Sexo	Idade	Curso	Tipo de deficiência	Experiência com assistentes de voz ou <i>chatbots</i>
T_001	F	26	Museologia	Baixa visão (visão monocular)	Apenas com <i>chatbots</i> (ChatGPT)

Tabela 16. Perfil do testador (Fonte: produzido pela Autora).

O teste foi realizado presencialmente, através de um laptop *Samsung* com acesso à internet, tendo a duração de 30 minutos. Todas as interações foram gravadas com uma câmera. Inicialmente foi solicitado o preenchimento do TCLE.

A pesquisadora explicou para a aluna todo o procedimento a ser seguido, solicitando que ela executasse as atividades falando em voz alta (protocolo *think aloud*) e mencionando qualquer dúvida ou problema encontrado no protótipo (Dingman *et al.* 2021). Foi feito um relatório com anotações das observações da pesquisadora.

Cenário: “Um aluno com baixa visão deseja acessar informações para auxiliá-lo em sala de aula. Ele entra no software assistente de voz e começa a explorá-lo para aprender suas funcionalidades. Em seguida ele procura por informações que podem melhorar seu dia a dia nos tópicos sugeridos. Ele acessa o tópico, obtendo informações e termina a interação”. O aluno teve que realizar as seguintes tarefas:

1. Conversar com a assistente por *input* de texto;
2. Conversar com a assistente por input de voz;
3. Conversar com a assistente sobre pelo menos duas tecnologias assistivas;
4. Conversar com a assistente sobre os direitos PcDs;
5. Conversar com a assistente para encontrar o item de ajuda;
6. Conversar com a assistente sobre serviços da diretoria de acessibilidade;
7. Achar as funcionalidades de acessibilidade web (alto contraste e aumento da fonte).

A entrevista pós-teste teve como objetivo discutir com os usuários sobre as principais barreiras de acessibilidade encontradas no protótipo. Foi considerado o método de avaliação de interfaces de voz citado por Iniesto *et al.*, (2021) para a criação das perguntas. Este método abrange os seguintes fatores: orientação do usuário; comportamento do usuário; características do diálogo; e verbosidade. Também foram considerados os requisitos do eMAG e WCAG 2.2 para as questões sobre interface gráfica.

Para cada tarefa executada, foram registradas as dificuldades encontradas. A aluna conseguiu realizar as três primeiras tarefas sem solicitar ajuda. Porém esta teve dificuldade de finalizar as demais tarefas sem auxílio da pesquisadora.

Foram encontradas algumas falhas de acessibilidade no protótipo de assistente de voz. A aluna teve dificuldade com o tamanho da fonte utilizada e com o brilho de tela, fatores que constam no item 3.4 – Apresentação e design do eMAG (Brasil, 2014) e no critério de sucesso 1.4.8 apresentação visual do WCAG 2.2 (World Wide Web Consortium, 2023). Também houve barreiras no fluxo da conversação, que foram corrigidas no design dos diálogos. Estas falhas foram registradas e corrigidas nas versões posteriores.

5.4.2. Teste efetivo

Perfil do participante

Foi solicitado inicialmente o preenchimento do TCLE. Os participantes responderam o questionário pós-teste (Apêndice C) de acessibilidade e com isso obtiveram-se suas principais características listadas na Tabela 17. O perfil dos participantes foi bem diverso, tendo alunos de cursos de graduação e curso técnico. Todos possuíam baixa visão e tinham faixa etária entre 17 a 49 anos.

Código/ aluno	Idade (anos)	Curso	Tipo de deficiência
AL_001	40	Graduação em Direito	Baixa visão
AL_002	26	Graduação em Museologia	Baixa visão
AL_003	23	Curso Tec. Desenvolvimento de Sistemas	Baixa visão
AL_004	44	Graduação em Educação Física	Baixa visão
AL_005	18	Graduação em Pedagogia	Baixa visão Deficiência intelectual

AL_006	23	Graduação em Ciências Sociais	Baixa visão
AL_007	30	Graduação em Administração	Baixa visão
AL_008	36	Graduação em Psicologia	Baixa visão
AL_009	17	Curso Tec. Instrumento Musical	Baixa visão
AL_010	49	Curso Tec. Instrumento Musical	Baixa visão
AL_011	20	Curso Tec. Artesanato	Baixa visão
AL_012	23	Graduação em História	Baixa visão
AL_013	47	Graduação em Ciências Ambientais	Baixa visão

Tabela 17. Perfil dos testadores (Fonte: produzido pela Autora).

A maioria dos alunos (AL_002, AL_003, AL_004, AL_005, AL_006, AL_007, AL_008, AL_009, AL_010 e AL_011) possuía alguma experiência com *chatbots* ou assistentes virtuais, conforme visto na Tabela 18. Os alunos AL_001 e AL_013, entretanto, não tinham experiência na utilização destas tecnologias.

Código/ aluno	Tecnologia assistiva mais utilizada	Experiência com <i>chatbots</i> e assistentes virtuais
AL_001	Ferramentas de áudio	Sem experiência
AL_002	Lupa de ampliação do computador	Chatbot ChatGPT
AL_003	Amplificador de tela e leitor de tela	Com experiência em <i>chatbots</i>
AL_004	Leitor de textos, conversor de texto em áudio, conversor de arquivos .pdf	<i>Chatbot ChatGPT</i>
AL_005	Ferramentas para celular e notebook	<i>Chatbot ChatGPT</i>
AL_006	Ferramentas de áudio	<i>Chatbot ChatGPT</i>
AL_007	Leitor de tela	<i>Chatbot ChatGPT</i>

AL_008	<i>VoiceOver</i> , NVDA e Lupa digital	Com experiência em <i>chatbots</i> e assistentes virtuais
AL_009	Lupa digital	Com experiência em <i>chatbots</i> e assistentes virtuais
AL_010	<i>TalkBack</i>	Com experiência em assistentes virtuais
AL_011	Leitor de tela	<i>Chatbot ChatGPT</i>
AL_012	Smartphone	Com experiência em <i>chatbots</i> e assistentes virtuais
AL_013	Nenhuma	Sem experiência

Tabela 18. Grau de experiência com *chatbots* e tecnologias assistivas (Fonte: produzido pela Autora).

Apesar dos alunos utilizarem tecnologias assistivas no seu dia a dia, tais como leitores de tela (NVDA, *TalkBack*, *VoiceOver*), lupa digital e ferramentas de conversão de áudio, a aluna AL_010 citou que não tem facilidade na utilização de tecnologias emergentes:

“Tenho um pouco de dificuldade para usar essas ferramentas, mas já usei as duas últimas. Já a primeira não sei o que quer dizer. Acho um pouco difícil. Para mim não é muito fácil porque não domino as tecnologias, já que não gosto muito também. Às vezes o leitor de tela não facilita e dificulta mais ainda o acesso, porque nem sempre ele consegue ler tudo”.

Teste de acessibilidade do protótipo de assistente de voz

A questão 1. *“Cite os principais problemas que teve ao utilizar o aplicativo. Foram problemas de acessibilidade?”*, permitiu que os participantes relatassem os principais problemas encontrados no uso do software assistente de voz. Assim, os alunos AL_002, AL_003 e AL_004 tiveram dificuldade com a ferramenta de ampliação da fonte do aplicativo. O aluno AL_005 relatou que o tamanho da fonte não estava muito adequado para suas necessidades. Os alunos AL_004 e AL_013 tiveram problema de compreensão das questões e da estrutura de assistente. Os alunos AL_008 e AL_010 precisaram utilizar o leitor de tela para poder acessar o microfone e demais funcionalidades. Os alunos AL_001, AL_006, AL_007, AL_009, AL_011 e AL_012, porém, não en-

frentaram problemas.

A Tabela 19 apresenta a frequência de respostas, de acordo com a *Escala de Likert*, das questões fechadas sobre a interface gráfica e a Figura 9 o respectivo gráfico.

Questão	1 Discordo totalmente	2	3	4	5 Concordo totalmen- te
2. O tamanho da fonte do aplicativo e elementos como botão tinham o tamanho ideal para você?	3	0	3	3	4
3. O espaçamento entre parágrafos está adequado.	0	0	4	2	6
4. Eu consegui customizar o aplicativo para as minhas necessidades.	3	2	1	3	4
5. O brilho estava adequado para mim.	0	1	5	2	5
6. O contraste de cores estava adequado.	1	1	4	1	6
7. Os elementos estavam bem organizados e consegui enxergá-los bem.	1	4	2	3	3
8. Consegui aumentar a fonte sem causar prejuízo no <i>layout</i>.	2	4	4	0	3
9. Caso tenha usado o leitor de tela no celular, ele não prejudicou o funcionamento do aplicativo.	0	2	7	2	2

Tabela 19. Frequência de respostas das questões sobre interface gráfica (Fonte: produzido pela Autora).

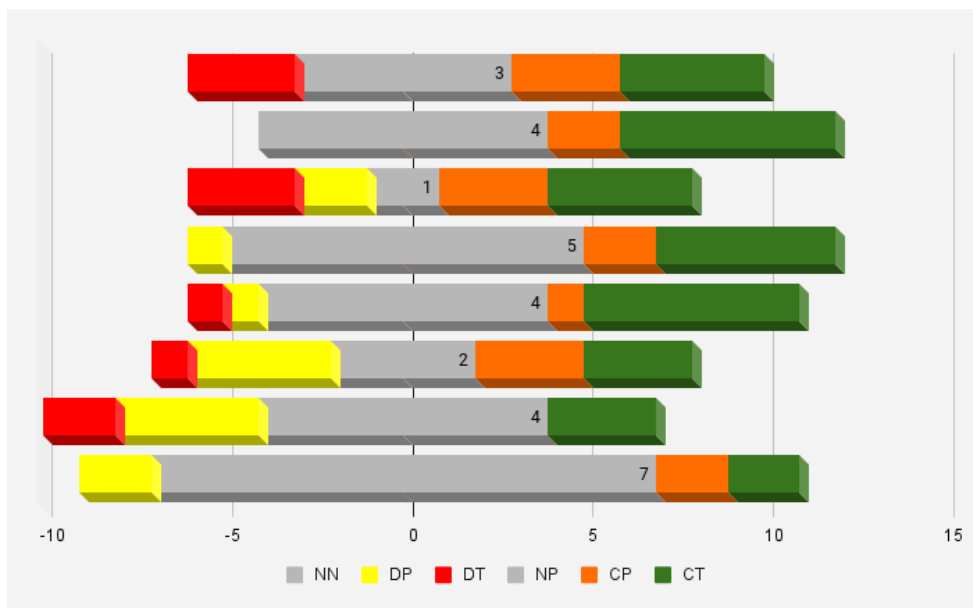


Figura 8. Frequência de respostas das questões sobre interface gráfica (Fonte: produzido pela Autora).

É possível verificar, através da Figura 8, que a maioria das respostas foram neutras e estão representadas pela cor cinza. As pessoas têm a tendência a escolher a resposta neutra, pois estas necessitam de menor esforço cognitivo. Alguns autores também enfatizam que participantes pouco motivados escolhem a resposta neutra (Garland, 1991; Johns, 2005).

Há também uma predominância de respostas de concordância representadas pela cor verde e laranja, que denotam adequação dos referidos aspectos de interface gráfica. Porém, as questões 7 e 8 (organização de elementos e aumento de fonte sem prejuízo do layout) apresentaram uma alta frequência de respostas negativas, representado pelas cores vermelha e amarela na Figura 9. Um dos princípios do WCAG dispõe que o conteúdo deve ser perceptível, sendo que o texto pode ser redimensionado em até 200% sem perder o conteúdo e funcionalidade (nível AA de conformidade) (World Wide Web Consortium, 2023). Também é citado no WCAG que os elementos devem estar bem organizados e com espaço suficiente entre eles.

A tabela 20 apresenta a frequência de respostas, de acordo com a *Escala de Likert*, das questões fechadas sobre a interface de voz e a Figura 9 o respectivo gráfico.

Questão	1 Discordo totalmen- te	2	3	4	5 Concordo Totalmente
1. Eu gostaria de usar a assistente novamente.	1	1	4	4	3
2. Eu consegui achar o que queria facilmente.	1	0	4	4	4
3. A assistente fez com que me sentisse no controle.	1	3	2	5	2
4. A assistente usa palavras do meu dia a dia.	1	0	2	4	6
5. A assistente me parece educada.	0	0	3	3	7
6. A assistente me parece profissional.	0	0	2	2	9
7. A assistente me parece amigável.	1	0	2	2	8
8. A voz da assistente me parece natural.	3	1	2	5	2
9. A assistente é entusiasmada.	1	1	6	4	1
10. A assistente demorou muito falando.	1	0	6	4	2
11. As mensagens eram repetitivas.	1	0	5	5	2

Tabela 20. Frequência de respostas das questões sobre interface de voz (Fonte: produzido pela Autora).

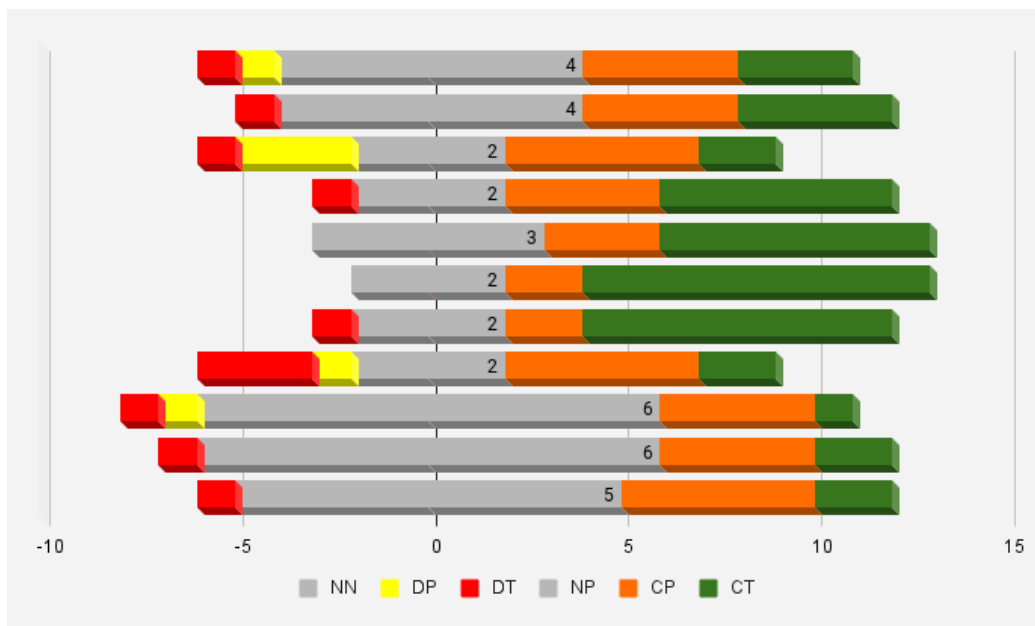


Figura 9. Frequência de respostas das questões sobre interface de voz (Fonte: produzido pela Autora).

Os resultados apresentados nas questões de interface de voz tiveram predominância de respostas neutras, representadas pela cor cinza (Figura 9). Os resultados de concordância com os itens representados pelas cores verde e laranja também são predominantes. As questões que abordavam a satisfação e comportamento do usuário tiveram respostas em concordância com a assistente ser educada, amigável, além da utilização de palavras do dia a dia.

Importante salientar que a questão 8 teve uma alta frequência de resposta em discordância, representado pelas cores amarela e vermelha (a naturalidade da voz da assistente). Este fator impacta negativamente na acessibilidade de assistentes de voz, conforme salientado por Iniesto *et al.* (2021). As questões 9, 10 e 11 apresentaram resultados de concordância, que representam a verbosidade e repetição de mensagens. Estes autores também enfatizam que o fluxo da conversação não deve causar ansiedade ao usuário. A verbosidade e repetição de mensagens podem causar um efeito negativo no usuário, ocasionando frustração (Iniesto *et al.*, 2021).

5.5. Percepções sobre acessibilidade de assistentes de voz

A elaboração das tabelas com principais percepções sobre acessibilidade foi rea-

lizada com base nos resultados da pesquisa empírica assim como no referencial teórico. As tabelas foram divididas em dois grupos: um grupo contendo observações sobre interface gráfica do aplicativo, provenientes do WCAG, do documento do eMAG ou da norma técnica brasileira de acessibilidade em aplicativos de dispositivos móveis (ABNT NBR 17060) (Tabela 21) e um grupo contendo observações importantes sobre interface de voz do aplicativo a partir da literatura sobre o tema e resultados dos testes de acessibilidade (Tabela 22) (World Wide Web Consortium, 2019; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022; Brasil, 2022). Essas orientações têm como objetivo auxiliar pesquisadores da área de Tecnologia de Informação para a construção de softwares assistentes de voz acessíveis para usuários com deficiência visual (baixa visão).

	principais percepções sobre a Interface gráfica	Norma/ Diretriz
1	Aplicação deve ser compatível com os principais leitores de tela (mobile e desktop)	WCAG 2.1
2	Todos os componentes devem ser identificados semanticamente	WCAG 2.1
3	Imagens não decorativas devem ter texto alternativo e possuir descrição adequada	WCAG 2.1
4	A cor dos componentes deve ter contraste ideal para os usuários com baixa visão	WCAG 2.1
5	Componentes devem ser acessíveis via teclado	WCAG 2.1
6	Deve haver funcionalidade que possibilita a customização do layout, como tamanho da fonte, brilho de tela e alto contraste	WCAG 2.1
7	O aumento da fonte não deve causar prejuízo no layout	WCAG 2.1
8	Os elementos devem estar bem organizados e com espaçamento adequado	WCAG 2.1
9	A fonte deve ter contraste de cores adequado	WCAG 2.1
10	Funcionalidade de alto contraste de tela é essencial para usuários com baixa visão, sendo que sua folha de estilo pode ser encontrada na cartilha do eMAG	eMAG
11	Área de toque ou <i>touch</i> de componentes clicáveis deve ter tamanho adequado	NBR 17060
12	Instruções claras em componentes com <i>inputs</i> de texto e voz	NBR 17060

Tabela 21. Principais percepções sobre acessibilidade da interface gráfica (Fonte: Elaborado pela Autora).

	principais percepções sobre Interface de voz	Autores
1	Assistente deve ter personalidade agradável utilizando o “arquétipo do cuidador”	(Iniesto <i>et al.</i> , 2021)
2	Assistente deve utilizar voz sintetizada que seja o mais próximo da voz humana	(Iniesto <i>et al.</i> , 2021)
3	O usuário deve se sentir no controle ao utilizar a aplicação	(Iniesto <i>et al.</i> , 2021)
4	Os tópicos da conversação devem ser fáceis de serem encontrados	(Seeroo; Bekaroo, 2021)
5	Assistente deve usar palavras do dia a dia, utilizando linguagem simples	(Iniesto <i>et al.</i> , 2021)

6	Assistente deve ter personalidade profissional, educada, amigável e entusiasmada	
7	A voz da assistente não deve ser repetitiva e deve-se evitar mensagens longas	(Hone; Graham, 2000)
8	A design de conversação deve ser estruturado de forma a não confundir o usuário	(Hone; Graham, 2000) (Seeroo; Bekaroo, 2021)
9	Ítems de ajuda podem sanar as principais dificuldades de conversação	
10	Funcionalidades para controle do volume e tom de voz podem auxiliar o usuário	(da autora)
11	Instruções de uso e objetivos da assistente na tela inicial são importantes	(Documentação Web Speech google)
12	Controle de velocidade do diálogo facilita a compreensão das frases	(Seeroo; Bekaroo, 2021)
13	Manter o engajamento do usuário no diálogo é importante para evitar quebras de fluxo da conversação	(Iniesto <i>et al.</i> , 2021)
		(Hone; Graham, 2000).

Tabela 22. principais percepções sobre acessibilidade de interface de voz (Fonte: Elaborado pela Autora).

Resumo do capítulo

Os resultados da pesquisa empírica apresentados neste capítulo evidenciaram que os alunos, em sua maioria, apresentavam dificuldades em sala de aula, principalmente com os docentes. A adaptação de materiais didáticos para as necessidades destes alunos ainda é pontual. Estes alunos também apresentam mais facilidade de leitura através da ampliação de tela e zoom dos navegadores e precisam do controle do brilho e alto contraste. Já outros alunos citaram que preferem converter os textos para áudio para facilitar a leitura. Os servidores entrevistados citaram que há escassez de cursos voltados à capacitação sobre acessibilidade. A construção do protótipo de assistente de voz teve as seguintes etapas: planejamento e design do agente *IBM Watson* e desenvolvimento da aplicação web. A realização dos testes piloto e efetivo com o protótipo apre-

sentaram resultados relevantes para o estudo. Dos usuários testados, alguns precisaram utilizar leitores de tela para a realização dos testes. Houve também alta taxa de respostas neutras ao questionário pós-teste, assim como uma predominância de respostas de concordância representadas que denotam adequação dos referidos aspectos de interface gráfica. Porém a organização de elementos e aumento de fonte sem prejuízo do layout apresentaram uma alta frequência de respostas negativas. Das questões que abordaram acessibilidade da interface de voz, a naturalidade da voz do assistente, verbosidade e repetição tiveram alta taxa. As percepções sobre a acessibilidade de assistentes de voz foram compostas por tópicos relevantes para a construção de um assistente de voz com foco na acessibilidade de usuários com baixa visão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo a criação de um protótipo de software assistente de voz acessível para alunos com baixa visão. Para alcançar tal propósito foi realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre os temas abordados, pesquisa documental em websites, uma pesquisa sobre os principais softwares assistentes de voz do mercado, um estudo empírico com os usuários (alunos e servidores) para conhecer suas necessidades, características e dificuldades, o planejamento e criação de um protótipo de software assistente de voz, a realização de testes de acessibilidade (piloto e efetivo), a aplicação de questionário pós-testes e a elaboração tabelas com principais percepções de acessibilidade de softwares assistentes de voz.

O mapeamento sistemático e pesquisa documental trouxeram contribuições para melhor entendimento sobre as pesquisas científicas realizadas sobre assistentes de voz acessíveis. A maioria dos estudos encontrados eram sobre aplicações para *Raspberry PI* (Internet das Coisas), *Google Assistant* e *Alexa*. A metodologia mais empregada nos estudos foi a prototipação com testes de usabilidade. Os assistentes de voz mais encontrados na pesquisa documental foram *Alexa*, *Google Assistant*, *Siri*, *Cortana* e *Bixby*, sendo que foram enfatizados os riscos de segurança e privacidade destes. A pesquisa com os principais assistentes do mercado teve como proposta caracterizar estes softwares. Alguns assistentes têm funcionalidades para automação residencial (*Alexa* e *Google Assistant*), outros têm como prioridade o gerenciamento de tarefas e aplicações do usuário (*Cortana*, *Bixby* e *Siri*). A maioria destes assistentes tem integração com leitores de tela, exceto o *Cortana*. Não há nenhuma funcionalidade destinada a melhorar a experiência de usuários com baixa visão.

A pesquisa empírica com seis usuários teve como objetivo verificar as competências e práticas dos usuários com deficiência visual (baixa visão) assim como as barreiras existentes nos espaços, no meio físico, no transporte, na informação, na comunicação, nos serviços e nas atitudes (Oliver, 1990; Shakespeare, 2006). Também foi reali-

zada uma pesquisa com servidores para verificar a percepção destes quanto às dificuldades de acessibilidade percebidas na universidade.

Foi possível identificar que alguns alunos apresentaram mais facilidade de leitura através da ampliação de tela e zoom dos navegadores, outros precisaram do controle do brilho e alto contraste. Alguns alunos preferiram converter os textos para áudio para facilitar a compreensão dos textos. Dentre as barreiras citadas pelos alunos, destacam-se aquelas que ocorrem em sala de aula. Se observou que os alunos entrevistados possuíam diversas dificuldades com relação ao dia a dia em sala de aula, principalmente de leitura de textos em formato “PDF” e impressos, o que corrobora o que foi trazido por alguns autores da área, já que enfatizam que os discentes com deficiência não se sentem acolhidos no ambiente universitário além de sentirem dificuldades de se adaptarem ao projeto pedagógico das instituições (Porte; Rocha, 2021).

Com relação às barreiras de utilização dos serviços web da universidade, como sites e sistemas, os alunos tiveram poucas dificuldades. As barreiras de infraestrutura também apresentaram baixa frequência de respostas. Os servidores citaram com mais frequência as dificuldades relativas à escassez de treinamento e capacitação sobre acessibilidade, vindo em segundo lugar a percepção de barreiras na socialização e percepção sobre barreiras em sala de aula. A maioria dos servidores entrevistados citou que são poucos cursos disponibilizados pela universidade e algumas ações pontuais sobre acessibilidade.

O desenvolvimento do protótipo de assistente de voz foi dividido em três partes: planejamento, design do agente *IBM Watson assistant* e criação da aplicação web. Foram utilizadas as melhores práticas de desenvolvimento e acessibilidade de software, de acordo com as diretrizes do eMAG e WCAG. Foram também consideradas as orientações sobre interface de voz acessível (Iniesto *et al.*, 2021).

A análise com especialistas em IHC trouxe feedback importante para melhoria do protótipo, principalmente com relação ao design responsivo e multiplataforma.

Os testes de acessibilidade com os 13 usuários com baixa visão trouxeram resultados importantes para a melhor compreensão das suas necessidades. O alto índice de respostas neutras pode ser decorrente da falta de compreensão dos itens abordados e da

tendência a escolher as respostas neutras, pois estas necessitam de menor esforço cognitivo. Isto pode ter ocorrido também pela falta de compreensão das questões. Houve também alta frequência de respostas em concordância que denotam adequação dos referidos aspectos de interface gráfica, tais como o tamanho da fonte, espaçamento de parágrafos, brilho da tela, contraste e customização dos elementos. As questões relativas à organização de elementos e aumento de fonte sem prejuízo do layout apresentaram uma alta frequência de respostas negativas. Tais aspectos precisam ser adequados para as necessidades dos alunos. Quanto à interface de voz do assistente, as questões que abordavam a satisfação e comportamento do usuário tiveram respostas em concordância com a assistente ser educada, amigável, além da utilização de palavras do dia a dia. Houve alta frequência de resposta em discordância com relação à naturalidade da voz da assistente.

Dada à dificuldade de acesso aos estudantes com baixa visão, mesmo se valendo de diferentes formas de aproximação, o estudo contou com limitado número de estudantes, porém mesmo assim vários achados foram obtidos que merecem estudos futuros para aprofundamento. Ficaram evidentes as barreiras tecnológicas que esses alunos enfrentam. A literatura sobre barreiras tecnológicas de PcDs mostrou que normalmente existe uma associação a outras barreiras de acessibilidade, principalmente as barreiras de comunicação e informação (Porte; Rocha, 2021).

Trabalhos futuros sobre acessibilidade de assistentes de voz são necessários, principalmente com a crescente utilização de interfaces conversacionais na atualidade. Com o surgimento de novas tecnologias como o *Chat GPT*, novos estudos são necessários para atender a todos os usuários, tais como os alunos com baixa visão e cegos. A adaptação das interfaces conversacionais para usuários com deficiência física, mental, auditiva, intelectual, psicossocial, idosos e analfabetos funcionais também é essencial.

REFERÊNCIAS

- ABDOLRAHMANI, A. *et al.*, 2021, Towards more transactional voice assistants: investigating the potential for a multimodal voice-activated indoor navigation Assistant for Blind and Sighted Travelers. In: *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. p. 1-16.
- ABDOLRAHMANI, A.; KUBER, R.; BRANHAM, S.; M., 2018, "Siri talks at you" an empirical investigation of Voice-activated Personal Assistant (VAPA) usage by individuals who are blind. In: *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. p. 249-258.
- ANACHE, A.; CAVALCANTE, L. 2018, Análise das condições de permanência do estudante com deficiência no Ensino Superior. In: *Psicologia Escolar e Educacional*. v. 22.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2018, *ABNT NBR ISO 9241-171: ergonomia da interação humano-sistema - Parte 171: orientações sobre acessibilidade de software*. Brasília, DF. <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/12309/nbriso9241-171-ergonomia-da-interacao-humano-sistema-parte-171-orientacoes-sobre-acessibilidade-de-software>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2022, *Projeto ABNT NBR 17060: acessibilidade em aplicativos de dispositivos móveis: requisitos*. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/projeto-nbr/48953/projeto-abnt-nbr-17060-%20acessibilidade-em-aplicativos-de-dispositivos-moveis-requisitos>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- AMAZON, 2024. *Alexa accessibility*. Disponível em: <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=21101808011>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- AMILARIAN, M. L. T., 2004, Sou cego ou enxergo? As questões da baixa visão. *Educar em Revista*, p. 15-28. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/zrbZkRsyxJTVdv4BgXP8zVw/?format=pdf>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- APPLE, 2024, *Apple Siri*. Disponível em: <https://www.apple.com/br/siri/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- APPLE, 2024, *Use recursos de acessibilidade com Siri no iPhone*. Disponível em: <https://support.apple.com/pt-br/guide/iphone/iphaff1d606/ios>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BAEZ, M. *et al.*, 2022, Exploring challenges for conversational web browsing with blind and visually impaired users. In: *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. p. 1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3491101.3519832>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BARBOSA, S.; SILVA, B., 2010, *Interação humano-computador*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil.
- BARDIN, L., 1977, *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BARROS, R. P. *et al*, 2017, Cardbot-assistive technology for visually impaired in educational robotics: Experiments and results. *IEEE Latin America Transactions*, v. 15, n. 3, p. 517-527. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7867603>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BEKSA, J. *et al.*, 2020, Usability study of blind foundation's Alexa library skill. *The Journal on Technology and Persons with Disabilities*, p. 104-118. Disponível em: <https://scholarworks.csun.edu/bitstream/handle/10211.3/215982/2189%20Usability%20Study%20of%20Blind%20Foundations%20Alexa%20Library%20Skill.pdf?sequence=1>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- BRANHAM, S. M.; ROY, A. R. M., 2019, Reading between the guidelines: How commercial voice assistant guidelines hinder accessibility for blind users. In: *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. p. 446-458. Disponível em: https://stacybranham.files.wordpress.com/2019/08/accessible_vapas_camera_03.pdf. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BRASIL, 2014, Departamento do Governo Eletrônico (DGE, Brasil). *eMag: modelo de acessibilidade do governo eletrônico*. Brasília, DF. Versão 3.1. Disponível em: <https://emag.governoeletronico.gov.br/>. Acesso em: 23 de ago de 2022.
- BRASIL, 2000, *Lei Federal n.º 10.098 de 19 de dezembro de 2000*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110098.htm. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BONILLA, M. H. S.; SILVA, M., C. C. C.; MACHADO, T., 2018, Tecnologias digitais e deficiência visual: a contribuição das TIC para a prática pedagógica no contexto da Lei Brasileira de Inclusão. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 6, n. 12, p. 412-425. Disponível em: <https://doi.org/10.33361/RPQ.2018.v.6.n.12.236>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BORGES, W.; MENDES, E., 2018, Usabilidade de aplicativos de tecnologia assistiva por pessoas com baixa visão. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 24, p. 483-500. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-65382418000500002>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- BORGES, P. P.; SEGADAS-VIANNA, C. C., 2020, A inclusão de estudantes com deficiência visual no Ensino Superior em cursos de exatas: um relato de caso. *Ensino da Matemática em Debate*, v. 7, n. 3, p. 376-402, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2020v7i3p376-402>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- CAMBRE, J. *et al.*, 2021, Firefox voice: An open and extensible voice assistant built upon the web. In: *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in*

Computing Systems. p. 1-18. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3411764.3445409>. Acesso em: 3 fev. 2024.

CHENG, R. *et al.*, 2020, Unifying visual localization and scene recognition for people with visual impairment. *IEEE Access*, v. 8, p. 64284-64296. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9051719>. Acesso em: 3 fev. 2024.

CHEN, R. *et al.*, 2018, Construction of a voice driven life assistant system for visually impaired people. In: *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)*. p. 87-92. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8396172>. Acesso em: 3 fev. 2024.

CHOI, T. R.; DRUMWRIGHT, M. E., 2020, OK, Google, why do I use you?" Motivations, post-consumption evaluations, and perceptions of voice AI assistants. *Teleomatics and Informatics*, v. 62, p. 101628. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101628>. Acesso em: 3 fev. 2024.

CORBETT, E.; WEBER, A., 2016, What can I say? Addressing user experience challenges of a mobile voice user interface for accessibility. In: *Proceedings of the 18th international conference on human-computer interaction with mobile devices and services*. p. 72-82. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2935334.2935386>. Acesso em: 3 fev. 2024.

COSTA MONTEIRO, M. L.; SILVEIRA, D. S.; FERREIRA, S. B. L. F., 2013, Universidade Aberta do Brasil: uma avaliação de acessibilidade com usuários com deficiência visual total e com baixa visão. *Revista Brasileira de Administração Científica*, v. 4, n. 2, p. 273-289. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/ESS2179-684X.2013.002.0019>. Acesso em: 3 fev. 2024.

CRESSWELL, J. W., 2009, *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 3rd Ed. Thousand Oaks: SAGE Publications.

- DINGMAN, B.; TIGWELL, G. W.; SHINOHARA, K., 2021, Interview and think aloud accessibility for deaf and hard of hearing participants in design research. In: *Proceedings of the 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. p. 1-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3441852.3476526>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- DOMINGUES, C. *et al.*, 2010, *A educação especial na perspectiva da inclusão escolar: os alunos com deficiência visual: baixa visão e cegueira*. Brasília, DF: MEC. (Coleção A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7105-fasciculo-3-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 3 fev. 2024.
- DUTTA, S. *et al.*, 2018, Divya-Dristi: A smartphone based campus navigation system for the visually impaired. In: *2018 Fifth International Conference on Emerging Applications of Information Technology (EAIT)*. p. 1-3. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Divya-Dristi%3A-A-Smartphone-based-Campus-Navigation-Dutta-Barik/1c75f17f9c3fd900a3a241c8d07a06dcbbf4d187>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- FELIX, S., M.; KUMAR, S.; VEERAMUTHU, A., 2018, A smart personal AI assistant for visually impaired people. In: *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*. p. 1245-1250. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Smart-Personal-AI-Assistant-for-Visually-Impaired-Felix-Kumar/f7a572751751fd66d3d8b29fe39c30f93d238b18>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- CARVALHO FILHA, F. S. S.; NASCIMENTO, F. L. S. C.; LIMA, N. D. P., 2017, Inclusão de pessoas com necessidades especiais no ensino superior: desafios e perspectivas. *Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial*, v. 4, n. 2. Disponível em: <https://doi.org/10.36311/2358-8845.2018.v4n2.05.p53>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- FORGAS-COLL, S. *et al.*, 2022, The effects of gender and personality of robot assistants on customers' acceptance of their service. *Service Business*, v. 16, n. 2, p. 359-389. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11628-022-00492-x>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- FRANCO, M. L., 2012, *Análise de conteúdo*. 4. ed. Brasília, DF: Liber Livros.
- FUNDAÇÃO DORINA NOWILL, [2024], O que é visão subnormal ou baixa visão. Fundação Dorina Nowill para cegos, São Paulo. Disponível em: <https://fundacao-dorina.org.br/a-fundacao/pessoas-cegas-e-com-baixa-visao/o-que-e-visao-subnormal-ou-baixa-visao/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- GARCIA, D. M. P., LOPEZ, S. S., DONIS, H., 2018, Voice activated virtual assistants personality perceptions and desires: comparing personality evaluation frameworks. In: *Proceedings of the 32nd International BCS Human Computer Interaction Conference*. p. 1-10. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.14236/ewic/HCI2018.40>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- GARLAND, R., 1991, The mid-point on a rating scale: is it desirable? *Marketing Bulletin*, 2, p. 66-70. Disponível em: http://marketing-bulletin.massey.ac.nz/V2/MB_V2_N3_Garland.pdf. Acesso em: 3 fev. 2024.
- GIL, M. (org.), 2000, *Deficiência visual*. Brasília, DF: MEC. (Cadernos da TV Escola, n. 1). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- GOOGLE., 2021, *Google Assistant Accessibility Videos: Using the Assistant on Android smartphones with Talkback*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o64suVTh67U%20>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- GOOGLE, [2024], *Ok Google*. Disponível em: https://assistant.google.com/intl/pt_br/. Acesso em: 3 fev. 2024.

- GRAY, C., 2022, Top 10 ai-powered virtual assistant companies. In: *Aimagazine*. Disponível em: <https://aimagazine.com/ai-applications/top-10-ai-powered-virtual-assistant-companies>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- HO, D. Kh., 2018, Voice-controlled virtual assistants for the older people with visual impairment. *Eye*, v. 32, n. 1, p. 53-54. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5770711/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- HONE, K., S.; GRAHAM, R., 2000, Towards a tool for the subjective assessment of speech system interfaces (SASSI). *Natural Language Engineering*, v. 6, n. 3-4, p. 287-303. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/natural-language-engineering/article/abs/towards-a-tool-for-the-subjective-assessment-of-speech-system-interfaces-sassi/29E49E8449B9E96CDEE2581D0000BA98>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- INIESTO, F.; COUGHLAN, T.; LISTER, K. 2021, Implementing an accessible conversational user interface: applying feedback from university students and disability support advisors. In: *Proceedings of the 18th International Web for All Conference*. p. 1-5. Disponível em: <https://oro.open.ac.uk/75438/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2019, Pesquisa Nacional de Saúde. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude.html>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Centro Tecnológico de Acessibilidade, 2022, *Ferramentas gratuitas de tecnologia assistiva*. Bento Gonçalves. Disponível em: <https://cta.ifrs.edu.br/tecnologia-assistiva/ferramentas-gratuitas-de-ta/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP, 2018, *Censo da Educação Superior 2018*. Brasília, DF: INEP. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_su

[perior/documentos/2019/apresentacao_censo_superior2018.pdf](#). Acesso em: 3 fev. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2011, ISO/IEC JTC 1/SC 7: Systems and software engineering: Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE): System and software quality models. Geneva. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>. Acesso em: 3 fev. 2024.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION – IBM, 2023, *IBM Watson Assistant*. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/products/watson-assistant>. Acesso em: 3 fev. 2024.

ISYANTO, H.; ARIFIN, A., S.; SURYANEGARA, M., 2020, Design and implementation of IoT-based smart home voice commands for disabled people using Google Assistant. In: *2020 International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA)*. p. 1-6. Disponível em: <https://cloudstechnologies.in/cloudtech-admin/basepaperfiles/15952988585.%20design%20and%20implementation%20of%20iot-based%20smart.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2024.

JOHNS, R., 2005, One size doesn't fit all: selecting response scales for attitude itens. *Journal of Elections, Public Opinion & Parties*, v. 15, p. 237-264. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13689880500178849>. Acesso em: 3 fev. 2024.

KACORRI, H. *et al.*, 2018, Environmental factors in indoor navigation based on real-world trajectories of blind users. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. p. 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3173574.3173630>. Acesso em: 3 fev. 2024.

KIM, H., N.; OUMAROU, B., 2020, User requirement analysis for smart voice technology for older adults with visual impairments. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 36, n. 16, p. 1551-1557. Disponível em: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10192427>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- KISCHINHEVSKY, M.; LOPEZ, D. C. 2019. A emergência dos smart speakers: desafios e oportunidades para o rádio no contexto do big data. *Observatorio*, v. 13, n. 2. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/12943>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S., 2007, Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *Technical Report EBSE 2007-001*, Keele University and Durham University Joint Report. Version 2.3. Disponível em: https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviews-guide.pdf. Acesso em: 3 fev. 2024.
- KUCHI, R., A., 2016, All about virtual voice assistants, NLPs and building your own voice assistant. In: *Studentsxstudents*. Disponível em: <https://studentsxstudents.com/all-about-virtual-voice-assistants-natural-language-processing-and-speech-recognition-ae04f854bc59>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- KULPA, C. C.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R., P., 2010, Um modelo de cores na usabilidade das interfaces computacionais para os deficientes de baixa visão. *Design & Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 66-78. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/26372>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- KURIAKOSE, B.; SHRESTHA, R.; EIKASANDNES, F., 2021, Towards independent navigation with visual impairment: A prototype of a deep learning and smartphone-based assistant. In: *The 14th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference*. p. 113-114. Disponível em: <https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/handle/11250/2977693?show=full>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- LANCIONI, G., E. *et al.*, 2020, People with intellectual and visual disabilities access basic leisure and communication using a smartphone's Google Assistant and voice recording devices. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1836047>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- LANNAN, A., 2019, A virtual assistant on campus for blind and low vision students. *Journal of Special Education Apprenticeship*, v. 8, n. 2. Disponível em: <https://scholarworks.lib.csusb.edu/josea/vol8/iss2/3/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- LAPLANE, A. L. F.; BATISTA, C. G., 2008, Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. *Cadernos CEDES*, v. 28, n. 75, p. 209-227. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/tJCCFDTSTyjtQ-dRfCfwpps/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- LIRA, M. C. F. D.; SCHLINDWEIN, L. M., 2008, A pessoa cega e a inclusão: um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. *Cadernos CEDES*, v. 28, n. 75, p. 171–190. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-32622008000200003>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- LISTER, K., *et al.*, 2020, Accessible conversational user interfaces: considerations for design. In: *Proceedings of the 17th International Web for All Conference*. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3371300.3383343>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- LISTER, K. *et al.*, 2021, Taylor, the disability disclosure virtual assistant: A case study of participatory research with disabled students. *Education Sciences*, v. 11, n. 10, p. 587. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci11100587>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- LOPES, V. R. F.; FREITAS, C. C. G.; OLIVEIRA, J. P., 2022, A elaboração de um audiolivro como recurso didático para a educação financeira de alunos com baixa visão. *Debates em Educação*, v. 14, n. 34, p. 350–376. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/12052>. Disponível em: Acesso em: 3 fev. 2024.
- MADRIGAL-CADAVID, J. *et al.*, 2020, Design and development of a mobile app of drug information for people with visual impairment. *Research in Social and Ad-*

ministrative Pharmacy, v. 16, n. 1, p. 62-67. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2019.02.013>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MASINA, F. *et al.*, 2020, Investigating the accessibility of voice assistants with impaired users: mixed methods study. *Journal of Medical Internet Research*, v. 22, n. 9, e18431. Disponível em: <https://www.jmir.org/2020/9/e18431/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MARVIN, E., 2020, Digital assistant for the visually impaired. In: *2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAICI)*. p. 723-728. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9065191>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MCLAUGHLIN, M., 2021, What is a virtual assistant and how does it works? In: *Lifewire*. Disponível em: <https://www.lifewire.com/virtual-assistants-4138533>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MELIONES, A.; MAIDONIS, S., 2020, DALÍ: a digital assistant for the elderly and visually impaired using alexa speech interaction and TV display. In: *Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. p. 1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3389189.3397972>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MELLO, L., S. *et al.*, 2019, Capacitismo e lugar de fala: repensando barreiras atitudinais. *Revista da Defensoria Pública do Estado do Rio Grande do Sul*, n. 23, p. 118-139. Disponível em: <https://revistadpers.emnuvens.com.br/defensoria/article/view/112>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MICROSOFT, 2022, *Microsoft Cortana*. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/cortana>. Acesso em: 3 fev. 2024.

NATIONAL EYE INSTITUTE, 2022, *Low vision*. Disponível em: <https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/eye-conditions-and-diseases/low-vision>. Acesso em: 3 fev. 2024.

OLIVEIRA, C., ARAÚJO, L., MANZATO, M., et al. (2023). Interfaces conversacionais e requisitos de acessibilidade: um estudo com usuários idosos. In: *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. p. 170-174. Porto Alegre: SBC. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/ihc_estendido/article/view/26494. Acesso em: 3 fev. 2024.

OLIVEIRA SANTANA, A. P. *et al.*, 2015, Acessibilidade e permanência: um estudo do programa institucional de apoio aos estudantes da Universidade Federal de Santa Catarina. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, p. 673-690. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/7919/5426>. Acesso em: 3 fev. 2024.

OLIVER, M., 1990, The individual and social models of disability: People with established locomotor disabilities in hospitals. In: *Joint Workshop of the Living Options Group and the Royal College of Physicians*. p. 1990. Disponível em: <https://disability-studies.leeds.ac.uk/wp-content/uploads/sites/40/library/Oliver-in-soc-dis.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2024.

OREGON STATE UNIVERSITY, 2022, *Software accessibility*. Oregon. Disponível em: <https://accessibility.oregonstate.edu/software>. Acesso em: 3 fev. 2024.

OUMARD, C.; KREIMEIER, J.; GÖTZELMANN, T., 2022, Implementation and evaluation of a voice user interface with offline speech processing for people who are Blind or visually impaired. *PETRA*. p. 287-285. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3529190.3529197>. Acesso em: 3 fev. 2024.

PAIXÃO SANTOS, A.; SILVA, C. V. M., 2015, A funcionalidade de softwares leitores de tela a partir de uma webquest interdisciplinar. *Revista Trilha Digital* v. 2, n.

1. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/TDig/article/view/8202>. Acesso em: 3 fev. 2024.

PANCHANATHAN, S.; CHAKRABORTY, S.; MCDANIEL, T., 2016, Social interaction assistant: a person-centered approach to enrich social interactions for individuals with visual impairments. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, v. 10, n. 5, p. 942-951. Disponível em: <https://asu.elsevierpure.com/en/publications/social-interaction-assistant-a-person-centered-approach-to-enrich>. Acesso em: 3 fev. 2024.

PETERSEN, K. *et al.*, 2008. Systematic mapping studies in software engineering. In: *12Th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, v. 17, p. 68-77. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2227115.2227123>. Acesso em: 3 fev. 2024.

PORAYSKA-POMSTA, K., *et al.*, 2018, Blending human and artificial intelligence to support autistic children's social communication skills. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, v. 25, n. 6, p. 1-35. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3271484>. Acesso em: 3 fev. 2024.

PORTE, M. de S.; ROCHA, J. D. T., 2021, Barreiras tecnológicas: um fator limitador na acessibilidade das pessoas com deficiência. *Texto Livre*, v. 14, n. 3, p. e32563. Disponível em: <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2021.32563>. Acesso em: 3 fev. 2024.

RAHMAN, M. W. *et al.*, 2021, The architectural design of smart blind assistant using IoT with deep learning paradigm. *Internet of Things*, v. 13, p. 100344. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100344>. Acesso em: 3 fev. 2024.

REYES-CRUZ, G., FISCHER, J. E.; REEVES, S., 2019, An ethnographic study of visual impairments for voice user interface design. *ArXiv*, abs/1904.06123. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.06123>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- ROSA, J.; VALENTIM, N., 2020, Accessibility, usability and user experience design for visually impaired people: a systematic mapping study. In: *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3424953.3426626>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SACRAMENTO, C., *et al.*, 2020, #PraCegoVer: investigating the description of visual content in brazilian online social media. In: *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. p. 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3424953.3426489>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SÁEZ, Y. *et al.*, 2021, Indoor navigation technologies based on RFID systems to assist visually impaired people: A review and a proposal. *IEEE Latin America Transactions*, v. 19, n. 8, p. 1286-1298. Disponível em: <https://latamt.ieee9.org/index.php/transactions/article/view/4454>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SAMSUNG, 2024, *Bixby vision*. Disponível em: <https://www.samsung.com/global/galaxy/apps/bixby/vision/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SAMSUNG, 2024, *Samsung Bixby*. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/apps/bixby/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SANTOS MARQUES, J. M.; FERREIRA, S. B. L.; CAPPELLI, C., 2018, Catálogo e um Guia para orientar analistas web na construção de sites governamentais para o entendimento de informações gráficas para cidadãos cegos à luz da transparência da informação. *iSys-Brazilian Journal of Information Systems*, v. 11, n. 1, p. 71-102. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/isys/article/view/358>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Secretaria de Justiça, Família e Trabalho, 2022, Deficiência visual: o que é? Curitiba. Disponível em: <https://www.justica.pr.gov.br/Pagina/Deficiencia-Visual>. Acesso em: 3 fev. 2024.

- SEEROO, O.; BEKAROO, G., 2021, Enhancing student support via the application of a voice user interface system: Insights on user experience. *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and its Applications*. n. 13, p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3487923.3487936>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SHAKESPEARE, T. *et al.*, 2006, The social model of disability. *The Disability Studies Reader*, v. 2, p. 197-204.
- SHREYA, P. *et al.*, 2021, BLIND ASSIST: A one stop mobile application for the visually impaired. In: *2021 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)*. p. 1-4. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9686476>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SILVA, V. C.; SILVA, W., 2018, Marcadores sociais da diferença: uma perspectiva interseccional sobre ser estudante negro e deficiente no ensino superior brasileiro. *Revista Educação Especial*, v. 31, n. 62, p. 569-585. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/30948>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SILVEIRA, B. C.; SILVA-DE-SOUZA, T.; ROCHA, A. R., 2018, Software accessibility for visually impaired people: A systematic mapping study. In: *Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Software Quality (SBQS). Association for Computing Machinery*. p. 190–199. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbqs/article/view/15073>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SOUSA, I., N. F. *et al.*, 2018, Uma análise sobre os padrões de acessibilidade para o desenvolvimento web. *Revista Cereus*, v. 10, n. 4, p. 198-210. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/2400>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SPENCER, J.; POGGI, J.; GHEERAWO, R., 2018, Designing out stereotypes in artificial intelligence: Involving users in the personality design of a digital assistant. In: *Proceedings of the 4th EAI International Conference on Smart Objects and Tech-*

nologies for Social Good. p. 130-135. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3284869.3284897>. Acesso em: 3 fev. 2024.

STORER, K. M.; JUDGE, T. K.; BRANHAM, S. M., 2020, All in the same boat: Tradeoffs of voice assistant ownership for mixed-visual-ability families. In: *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376225>. Acesso em: 3 fev. 2024.

TSAI, K. *et al.*, 2019, Indoor spatial voice navigation for people with visual Impairment and without visual impairment. In: *Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology*. p. 295-300. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3323771.3323805>. Acesso em: 3 fev. 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" – Unesp, 2021. Guia de acessibilidade web. Marília. Disponível em: <https://educadiversidade.unesp.br/guia-de-acessibilidade-web/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP, 2022, A deficiência visual. Disponível em: <https://www.fcm.unicamp.br/fcm/auxilios-opticos/deficiencia-visual>. Acesso em: 3 fev. 2024.

UNIVERSITY OF PITTSBURGH, 2024. What is vision impairment?, Disponível em: <http://ophthalmology.pitt.edu/vision-impairment/what-vision-impairment>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WATAYA, R., 2006, O uso de leitores de tela no TelEduc. *Interface: Comunicação, Saúde, Educação*, v. 10, n. 19, p. 227-242. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-32832006000100016>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WATTERS, J., D. *et al.*, 2020, An artificial intelligence tool for accessible science education. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, v. 24, n. 1, p.

10. Disponível em: <https://repository.rit.edu/jesd/vol24/iss1/10>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WEBAIM, 2016, *Introduction to web accessibility*. Disponível em: <https://webaim.org/intro/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023, ICD-11: International Classification of Diseases 11th Revision: The global standard for diagnostic health information. Geneva. Disponível em: <https://icd.who.int/en>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2016, *Accessibility requirements for people with low vision*. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/low-vision-needs/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2019, *Web Accessibility Initiative, WAI*. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C Brasil), 2022, *Cartilha de acessibilidade na web*. Disponível em: <https://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2023, *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1: W3C recommendation*. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP-UNIRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: Entrevista semiestruturada e questionário pós teste de acessibilidade

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP-UNIRIO UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: Entrevistas e testes de acessibilidade com
protótipo de assistente de voz

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título: Entrevistas e testes de acessibilidade com protótipo de assistente de voz

OBJETIVO DO ESTUDO: A pesquisa tem como objetivo avaliar a acessibilidade de um assistente de voz através da criação de um protótipo de aplicativo com foco em alunos com baixa visão para auxiliá-los no dia a dia de estudos. A pesquisa também tem como propósito a construção de tabela com percepções sobre acessibilidade para auxiliar pesquisadores na implementação da acessibilidade de aplicativos que possuem assistentes de voz.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Estamos coletando informações para a pesquisa etnográfica e para o teste de usabilidade. Se você não quiser participar do estudo, isto não irá interfe-

rir na sua vida profissional/estudantil.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir integrar este estudo, você participará de uma entrevista de 20 minutos com questões abertas e/ou de um questionário pós teste de acessibilidade de software de aproximadamente 40 minutos. **GRAVAÇÃO EM VÍDEO E GRAVAÇÃO DE TELA:** Todas as entrevistas e testes serão gravados. As mídias serão ouvidas pela equipe e serão marcadas com um número de identificação durante a gravação e seu nome não será utilizado. O documento que contém a informação sobre a correspondência entre números e nomes permanecerá trancado em um arquivo. As mídias serão utilizadas somente para coleta de dados. Se você não quiser ser gravado em áudio, você não poderá participar deste estudo.

RISCOS: Você pode achar que determinadas perguntas incomodam a você, porque as informações que coletamos são sobre suas experiências pessoais. Assim você pode escolher não responder quaisquer perguntas que o façam sentir-se incomodado.

BENEFÍCIOS: Sua entrevista ajudará a melhorar a usabilidade e acessibilidade dos softwares assistentes de voz, mas não será, necessariamente, para seu benefício direto. Entretanto, fazendo parte deste estudo você fornecerá mais informações sobre o lugar e relevância desses escritos para própria instituição em questão.

CONFIDENCIALIDADE: Como foi dito acima, seu nome não aparecerá nas mídias de áudio, bem como em nenhum formulário a ser preenchido por nós. Nenhuma publicação partindo destas entrevistas e testes revelará os nomes de quaisquer participantes da pesquisa. Sem seu consentimento escrito, os pesquisadores não divulgarão nenhum dado de pesquisa no qual você seja identificado.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada nas universidades pública selecionadas, sendo realizado pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO através do Programa de Pós-graduação em Informática sendo a aluna Mariana Bruno a pesquisadora, auxiliada pela Prof Simone Bacellar. A pesquisadora estará disponível para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contacte marianabfaria@edu.unirio.br, ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNI-

RIO no telefone 2542-7796 ou e-mail cep.unirio09@gmail.

Você terá uma via deste consentimento para guardar com você. Você fornecerá nome, endereço e telefone de contato apenas para que a equipe do estudo possa lhe contactar em caso de necessidade. Eu concordo em participar deste estudo.

Assinatura:

Data: _____

Endereço _____

Telefone de contato _____

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista semiestruturada

Roteiro – Entrevista semiestruturada

Esta pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado em informática, linha de pesquisa Web para Todos, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO. Esta entrevista tem como intuito conhecer melhor o dia a dia do estudante com baixa visão. Será mantido o seu anonimato na análise de dados.

Perguntas para os alunos (questões demográficas /dia a dia de estudos/ experiência com assistentes de voz)

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Conte-nos um pouco sobre você.<ul style="list-style-type: none">- Qual seu nome?- Qual tipo de deficiência visual possui?2. Conte-nos um pouco sobre o seu dia a dia no ambiente acadêmico.<ul style="list-style-type: none">- Onde você estuda? Qual curso frequenta?- Participa de atividades extracurriculares?- Quais desafios tem enfrentado na universidade?- Você utiliza alguma tecnologia assistiva para ter acesso aos conteúdos das aulas?3. Você participa de algum projeto de acessibilidade? Caso positivo, conte-nos um pouco sobre sua experiência.4. Você utiliza os sites da instituição para ter acesso à informação? Caso positivo, quais sites?5. Conte-nos sobre a sua experiência de acesso à informação contida nos sites. Você tem sentido alguma dificuldade? Caso positivo, cite quais.6. Você já teve alguma experiência anterior com <i>chatbots</i> e/ou assistentes de voz? |
|--|

Perguntas para servidores (dia a dia/ treinamentos/acessibilidade)

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Quais as atitudes que a diretoria utiliza para contribuir para a permanência do aluno PcD ?2. Existe algum treinamento feito junto aos professores e secretaria para atuar de forma mais inclusiva com estes alunos?3. Quanto ao acesso à informação digital, como a diretoria atua neste quesito?4. Você já lidou com alunos com deficiência visual e baixa visão? Como foi a experiência? |
|---|

APÊNDICE C - Questionário pós-teste de acessibilidade

Questionário pós-teste de acessibilidade

Questões demográficas e de experiência com assistentes de voz
Qual sua idade?
Qual seu curso?
Qual deficiência visual você tem?
Você já teve experiência com assistentes de voz ou <i>chatbots</i> ?
Quais tecnologias assistivas você usa?

Questões específicas
1.Cite os principais problemas de acessibilidade que você teve ao acessar o protótipo. (questão aberta)
2.Você gostaria de usar o assistente de voz novamente? ☐ Discordo totalmente ☐ Discordo parcialmente ☐ Neutro ☐ Concordo parcialmente ☐ Concordo totalmente
3.Você conseguiu achar o que precisava sem dificuldade? ☐ Discordo totalmente ☐ Discordo parcialmente ☐ Neutro ☐ Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

4.O assistente fez com que você se sentisse no controle?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

5.O assistente usa palavras do seu dia a dia?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

6.O assistente lhe pareceu educado?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

7. O assistente lhe pareceu profissional?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

8.O assistente lhe pareceu amigável?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

9.A voz do assistente lhe pareceu natural como uma pessoa?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

10.O assistente lhe pareceu entusiasmado?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

11.O assistente demorou muito tempo falando?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

12.As mensagens eram muito repetitivas?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente

13.O assistente ficou falando demais?

☐Discordo totalmente

☐Discordo parcialmente

☐Neutro

☐Concordo parcialmente

☐Concordo totalmente