UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Uma Proposta de Interface de Videoconferência Acessível para Pessoas com Deficiência Auditiva

Matheus Lima Moura de Araújo

Orientador: Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Raoni Kulesza

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba (área de concentração: Computação Distribuída) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Informática.

João Pessoa - PB
Março de 2021

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A663p Araújo, Matheus Lima Moura de.
Uma proposta de interface acessível de videoconferência acessível para pessoas com deficiência auditiva / Matheus Lima Moura de Araújo. - João Pessoa, 2021.
119 f. : il.

Orientação: Guido Lemos de Souza Filho.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI.

1. Língua de sinais. 2. LIBRAS. 3. Teleducação. 4. Ensino online. 5. Acessibilidade digital - Ferramentas. 6. Intérprete remoto - Colaboração. I. Souza Filho, Guido Lemos de. II. Título.

UFPB/BC CDU 376-056.263(043)

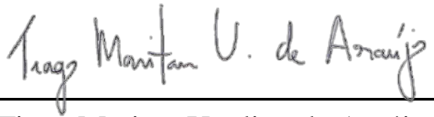
Elaborado por ANNA REGINA DA SILVA RIBEIRO - CRB-15/024

Uma Proposta de Interface Acessível de Videoconferência Acessível para Pessoas com Deficiência Auditiva

Matheus Lima Moura de Araújo

Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho (orientador) . . . . . CI/UFPB

Prof. Dr. Raoni Kulesza (co-orientador) . . . . . CI/UFPB



Prof. Dr. Tiago Maritan Ugulino de Araújo . . . . . CI/UFPB

Assinado de forma digital por MARCO ANTONIO GUTIERREZ:04525978899
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(EM BRANCO), ou=AR CIESP, cn=MARCO ANTONIO GUTIERREZ:04525978899
Dados: 2021.06.29 17:19:36 -03'00'

Prof. Dr. Marco Antonio Gutierrez . . . . . Externo ao programa

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado de Matheus Lima Moura de Araujo, candidato ao título de Mestre em Informática na Área de Sistemas de Computação, realizada em 28 de maio de 2021.

Aos vinte e oito dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e um, às dez horas, por meio de videoconferência, reuniram-se os membros da Banca Examinadora constituída para julgar o trabalho do sr. Matheus Lima Moura de Araujo, vinculado a esta Universidade sob a matrícula nº 20191000924, candidato ao grau de Mestre em Informática, na área de "Sistemas de Computação", na linha de pesquisa "Computação Distribuída", do Programa de Pós-Graduação em Informática, da Universidade Federal da Paraíba. A comissão examinadora foi composta pelos professores: Guido Lemos de Souza Filho (PPGI-UFPB) Orientador e Presidente da Banca, Tiago Maritan Ugulino de Araujo (PPGI-UFPB), Examinador Interno, Raoni Kulesza (UFPB), Examinador Externo ao programa, Marco Antônio Gutierrez (USP), Examinador Externo à Instituição. Dando início aos trabalhos, o Presidente da Banca cumprimentou os presentes, comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e passou a palavra ao candidato para que o mesmo fizesse a exposição oral do trabalho de dissertação intitulado: "Uma Proposta de Interface de Videoconferência Acessível para Pessoas com Deficiência Auditiva". Concluída a exposição, o candidato foi arguido pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: "***aprovado***". Do ocorrido, eu, Tiago Pereira do Nascimento, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Informática, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos membros da banca examinadora. João Pessoa, 28 de maio de 2021.

Prof. Dr. Tiago Pereira do Nascimento

Prof. Guido Lemos de Souza Filho
Orientador (PPGI-UFPB)

Prof. Tiago Maritan Ugulino de Araujo
Examinador Interno (PPGI-UFPB)

Prof. Raoni Kulesza
Examinador Externo ao Programa (UFPB)

Prof. Marco Antônio Gutierrez
Examinador Externo à Instituição (USP)

Assinado de forma digital por MARCO ANTONIO GUTIERREZ:04525978899
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(EM BRANCO), ou=AR CIESP, cn=MARCO ANTONIO GUTIERREZ:04525978899
Dados: 2021.06.29 17:22:09 -03'00'

À minha família, pelo suporte nos momentos difíceis.

Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Guido, e co-orientador, professor Raoni, sou grato pela orientação.

Aos demais colegas de pós-graduação, pelas críticas e sugestões, em especial ao Marcos, Vinícius e Diego.

À Intérprete Dilainne Albuquerque pela ajuda e participação nos experimentos

À minha família pelo apoio durante esta jornada.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Resumo

As línguas de sinais (LS) são a forma natural de comunicação entre pessoas surdas. Entretanto, apesar das línguas de sinais serem reconhecidas, em diversos países, como língua, o acesso à informação e educação ainda é um problema comum para os surdos. No Brasil, apesar da existência de várias leis de acessibilidade que determinam o suporte às pessoas surdas, muitos ainda são dependentes dos intérpretes de Libras para efetuar sua comunicação, o que prejudica sua autonomia. Em consequência disso, observa-se uma grande dificuldade dos surdos exercerem a sua cidadania e terem acesso à informação e educação de qualidade por meio das línguas de sinais, o que implica, geralmente, em atraso linguístico e de aquisição do conhecimento. Neste sentido, o presente trabalho aborda uma proposta de interface acessível de teleducação para pessoas com deficiência auditiva com intuito de facilitar o acesso à informação, possibilitando trazer para a sala de aula a figura do intérprete remoto. Essa solução envolve a adaptação da interface do sistema *Video for Health* (V4H), tornando possível a presença do intérprete remoto, para atender as necessidades dos alunos surdos e tornar a experiência em salas de aula mais acessível. Além disso, também foi implementado uma solução para exibição de legendas ao vivo. Para avaliar a solução proposta foram realizados experimentos, incluindo testes com usuários surdos. Os resultados obtidos neste estudo se mostraram promissores, com 50% dos usuários cumprindo com sucesso mais de 93,33% das tarefas solicitadas. Além disso, o grupo com a solução proposta se mostrou menos disperso quando comparado ao outro grupo, concentrando a maioria dos seus resultados acima de 80%, de maneira que levam a acreditar que esse tipo de adaptação pode ser bem-vindo pelos usuários surdos no âmbito da teleducação.

Palavras-chave: Língua de sinais, Teleducação, Ensino online, Ferramentas de acessibilidade digital, Soluções para colaboração remota.

Abstract

Sign languages (LS) are the natural form of communication between deaf people. However, although sign languages are recognized in many countries as a language, access to information and education is still a common problem for deaf people. In Brazil, despite the existence of several accessibility laws that determine support for deaf people, many are still dependent on Libras interpreters to communicate, which impairs their autonomy. As a result, there is a great difficulty for the deaf to exercise their citizenship and have access to quality information and education through sign languages, which generally implies linguistic delay and knowledge acquisition. In this sense, the present work addresses a proposal for an accessible interface of tele-education for the hearing impaired in order to facilitate access to information, making it possible to bring the figure of the remote interpreter to the classroom. This solution involves adapting the interface of the open source system *Video for Health* (V4H), making it possible for the remote interpreter to be present to meet the needs of deaf students and make the classroom experience more accessible. In addition, a solution for displaying live subtitles was also implemented. The results obtained in this study proved to be promising, with 50% of users successfully completing more than 93.33% of the requested tasks. In addition, the group with the proposed solution was less dispersed when compared to the other group, concentrating most of its results above 80%, in a way that leads to believe that this type of adaptation can be welcomed by deaf users in the context of tele-education.

Keywords: Sign language, Teleducation, Online education, Digital accessibility tools, Solutions for remote collaboration.

Sumário

Sumário i

Lista de Figuras iii

Lista de Tabelas v

Lista de Símbolos e Abreviaturas vii

1 Introdução 1
- 1.1 Contextualização . . . 1
- 1.2 Justificativa e Motivação . . . 2
- 1.3 Hipótese . . . 4
- 1.4 Objetivo Geral . . . 4
- 1.5 Objetivos Específicos . . . 4
- 1.6 Estrutura da Dissertação . . . 5

2 Fundamentação teórica 7
- 2.1 Língua de Sinais . . . 7
- 2.2 Interação Humano-Computador . . . 8
  - 2.2.1 Objetivos da IHC . . . 10
  - 2.2.2 Interação e Interface . . . 10
  - 2.2.3 *Affordance* . . . 11
- 2.3 Usabilidade . . . 12
- 2.4 Acessibilidade . . . 13
  - 2.4.1 Acessibilidade na *Web* . . . 14
- 2.5 Teleducação . . . 15
- 2.6 V4H - *Video for Health* . . . 16
  - 2.6.1 Visão Geral . . . 16
  - 2.6.2 Modo de visualização em blocos . . . 25
- 2.7 Considerações . . . 25

3 Trabalhos relacionados 27
- 3.1 Revisão Quasi-Sistemática da Literatura . . . 27
  - 3.1.1 Protocolo . . . 27
  - 3.1.2 Busca, Seleção e Classificação dos Artigos . . . 27
- 3.2 Avaliação Qualitativa das Principais Contribuições . . . 28

3.2.1 *CoUnSiL: A Video Conferencing Environment for Interpretation of Sign Language in Higher Education* . . . 28
3.2.2 *ClassInFocus: Enabling Improved Visual Attention Strategies for Deaf and Hard of Hearing Students* . . . 31
3.2.3 *An e-Learning System for the Deaf people* . . . 34
3.2.4 *Pesquisa sobre acessibilidade das ferramentas de videoconferência em plataforma Web* . . . 36
3.3 Considerações . . . 42

4 Metodologia **45**
4.1 Protótipo Inicial . . . 45
4.2 Proposta Final . . . 47
4.2.1 Legendas em tempo real . . . 49

5 Planejamento Experimental **55**
5.1 Definição dos Experimentos . . . 56
5.2 Planejamento dos Experimentos . . . 56
5.2.1 Seleção de Contexto . . . 56
5.2.2 Formulação da Hipótese . . . 57
5.2.3 Seleção das Variáveis . . . 57
5.2.4 Seleção dos Sujeitos . . . 57
5.2.5 Projeto do Experimento . . . 57
5.2.6 Instrumentação . . . 58

6 Execução do Experimento e Análise dos Resultados **59**
6.1 Perfil dos avaliadores . . . 59
6.2 Execução e Análise dos Resultados . . . 63
6.3 Considerações . . . 72

7 Conclusões e Trabalhos Futuros **73**

Referências bibliográficas **75**

A Protocolo de Revisão Quasi-Sistemática **81**
A.1 Questões de Pesquisa . . . 81
A.2 Estratégias de busca utilizadas e Fontes de pesquisa . . . 81
A.3 String de busca . . . 81
A.4 Critérios de Exclusão e Inclusão dos Trabalhos Científicos . . . 82
A.5 Classificação dos Trabalhos Científicos . . . 82

B Artigos da Revisão Quasi-Sistemática Selecionados na Iteração 1 **85**

C Artigos da Revisão Quasi-Sistemática Selecionados na Iteração 2 **93**

D Questionário **95**

Lista de Figuras

2.1 Diferentes línguas de sinais. Adaptado de (Campos 2011) 8
2.2 Modelo de três fases da Interação Humano Computador de Mayhew. (Mayhew 1991). 9
2.3 Processo de interação e o papel da interface. Adaptado de (Souza et al. 1999) 11
2.4 Modelo de atributos de acessibilidade do sistema. (Nielsen 1994) 12
2.5 Componentes de acessibilidade na WEB para o W3C/WAI. (W3C 2018) . 15
2.6 Tela inicial ao entrar em uma videoconferência 17
2.7 Tela principal durante uma videoconferência 18
2.8 Janela principal da videoconferência do V4H com controles divido em regiões 20
2.9 Participante com iniciais "ML" solicitando a palavra durante a videoconferência. Participante Lucas Lira está falando no momento, representado pelo ícone de megafone. 20
2.10 *Badge* de notificação indicando quantas mensagens ainda não foram lidas no bate-papo 21
2.11 Janela de Bate-papo do V4H 21
2.12 Janela de estatísticas do apresentador do V4H 22
2.13 Estado dos botões de microfone e câmera quando ativados do V4H 22
2.14 Janela de opções avançadas do V4H 23
2.15 Participante "Augusto Dantas" fixado pelo usuário atual de iniciais "ML", o deixando em tela cheia. A borda da janela do participante fixado altera a cor para azul. No momento da captura de tela, o participante de iniciais "LL" está falando (representado pelo ícone de megafone). 23
2.16 Tela principal durante uma videoconferência 24
2.17 Modo de visualização em blocos do V4H 25

3.1 Janela de diálogo do cliente CoUnSiL. (Rusñák et al. 2016). 29
3.2 Captura de tela da interface do usuário do aluno. Superior esquerdo: conteúdo da apresentação; canto inferior esquerdo: visão do professor; quadrante superior direito: a visão do intérprete; quadrante inferior direito: visualizações dos alunos. O menu do aplicativo está acima da janela do intérprete. (Rusñák et al. 2016). 30
3.3 Notificações visuais do sistema *ClassInFocus*. (Cavender et al. 2009) . . . 33

3.4 *Layouts* projetados pelos participantes mostrando o tempo de observação percentual nos componentes da sala de aula sobrepostos. (Cavender et al. 2009). 34
3.5 Interface do sistema *e-learning* do módulo do estudante. (Drigas et al. 2005). 35
3.6 Quadro de resultados referente ao acesso à ferramenta (Reinaldo Ferraz 2020) 38
3.7 Quadro de resultados referente à interação na plataforma (Reinaldo Ferraz 2020) 39
3.8 Quadro de resultados referente à compreensão da apresentação (Reinaldo Ferraz 2020) 40
3.9 Quadro de resultados com recortes por ferramenta (Reinaldo Ferraz 2020) 41

4.1 Visão principal do protótipo inicial na perspectiva do aluno surdo 46
4.2 Opção de fixar o intérprete 47
4.3 Modal com campo de texto para inserção do nome 48
4.4 Controles principais do sistema 48
4.5 Fluxo para ativar o modo intérprete 51
4.6 Controles do menu de acessibilidade 52
4.7 Exemplo de uso da funcionalidade de legenda em tempo real 52
4.8 Arquitetura de alto nível do sistema de legendas em tempo real 53

5.1 Visão Geral de um experimento baseado em Wohlin et al. (2012) 55

6.1 Grau de deficiência auditiva dos sujeitos 60
6.2 Grau de experiência dos sujeitos com acessibilidade digital 61
6.3 Tempo de uso para as ferramentas de videoconferência do grupo SIP. Adaptado de (Reinaldo Ferraz 2020) 62
6.4 Algumas fotos de um dos experimentos realizados do grupo CIP 64
6.5 Porcentagem de participantes do grupo CIP que obtiveram sucesso ao habilitar e desabilitar o intérprete 66
6.6 Gráfico comparativo entre os resultados dos dois grupos do experimento . 67
6.7 Gráfico comparativo entre os resultados referentes à acessibilidade dos dois grupos do experimento 68
6.8 Gráfico de caixa ou *box plot* para análise do desempenho dos usuários nas ferramentas de videoconferência 69

Lista de Tabelas

3.1 Resultado do processo de busca e seleção de artigos 28
3.2 Tabela de avaliação dos principais artigos 42

6.1 Tabela comparativa contendo o resultado total por ferramenta dos respondentes que marcaram "sim" em suas respostas objetivas 70
6.2 Resultados do teste-t para a Hipótese 1 71

A.1 Termos de busca relacionados à pesquisa 82

Lista de Símbolos e Abreviaturas

ASL *American Sign Language*

ATAG *Authoring Tool Accessibility Guidelines*

BSL *British Sign Language*

CIP Com a Interface Proposta

CI Centro de Informática

CLs classificadores

EAD Ensino à distância

FSL *French Sign Language*

HTML *Hypertext Markup Language*

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHC Interação Humano Computador

JSON *JavaScript Object Notation*

LAVID Laboratório de Aplicações Video Digital

LGP *Língua gestual portuguesa*

LO Língua oral

LSE Língua espanhola de sinais

LS Língua de sinais

Libras Língua Brasileira de Sinais

OMS Organização Mundial da Saúde

PLN Processamento de Linguagem Natural

QP Questão de Pesquisa

SIP Sem a Interface Proposta

TA Tecnologia Assistiva

TIC Tecnologias da informação e comunicação

UAAG *User Agent Accessibility Guideline*

UFPB Universidade Federal da Paraíba

V4H *Video for Health*

W3C *World Wide Web Consortium*

WAI *Web Accessibility Initiative*

WCAG *Web Content Accessibility*

Web *World Wide Web*

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

No Brasil, de acordo com censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE[1]) em 2010, existem aproximadamente 9,7 milhões de pessoas com algum nível de deficiência auditiva, sendo aproximadamente 2 milhões que não conseguem de modo algum ou possuem grande dificuldade em ouvir. A nível mundial, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS[2]), existem, no mundo, aproximadamente 466 milhões de pessoas com algum nível de deficiência auditiva.

Em um mundo voltado para a comunicação oral, esta parte da população faz uso da língua de sinais como forma de comunicação natural, enfrentando dificuldades desde os primeiros anos de vida, no acesso à informação e educação (da Rosa Zucolotto et al. 2019). Além dessa demanda dos próprios usuários, cresce também a adoção nos últimos anos de políticas públicas que regulamentam a acessibilidade em diversas áreas.

A Língua Brasileira de Sinais (Libras) é uma língua viso-espacial articulada através de movimentos manuais, expressões faciais e do corpo (de Quadros 2009). Originada na segunda metade do século XX, é considerada uma língua natural utilizada pela comunidade surda brasileira, sendo oficializada em 1993 a partir de um projeto de lei que previa sua regulamentação. Contudo, apenas em Abril de 2002, a Libras tornou-se, por meio da Lei Federal 10.436/02, o segundo idioma oficial do Brasil, sendo reconhecida oficialmente como linguagem nativa dos surdos do país (BRASIL 2002). Em 2015 foi publicada a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência número 13.146 (BRASIL 2015), que expõe a adoção de acessibilidade em diferentes áreas, tais como bens culturais, eventos, televisão aberta, cinema, sites Web, entre outros. Outro projeto de lei importante apresentado em 2019 foi o PL 3503/2019 (ROSAS 2019) que determina acessibilidade aos portais na internet mantidos por empresas privadas e órgãos governamentais, disponibilizando ferramentas interativas para tradução de conteúdos digitais para a Libras.

Apesar da existência de várias leis que regulamentam o direito à acessibilidade, muitos surdos ainda são dependentes dos intérpretes de Libras para efetuar sua comunicação, o que prejudica sua autonomia e acesso à informação. Neste sentido, a acessibilidade para surdos continua sendo um desafio e essa parcela da população ainda enfrenta difi-

[1] https://censo2010.ibge.gov.br

[2] https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss

culdades para conseguir realizar atividades cotidianas (Botelho 2015), gerando barreiras na comunicação, resultando em processos de interação deficitários, contribuindo para a segregação social (Warschauer 2006).

Nos dias atuais, existem ferramentas tecnológicas capazes de efetuar a tradução automática de uma linguagem oral para uma linguagem viso-espacial, porém, durante o processo de tradução, podem ocorrer perdas de informações entre a língua-fonte e a língua-alvo devido à ausência de prefeita equivalência entre termos nas duas línguas envolvidas (Eco 2007). Com isso, professores e intérpretes de Libras relatam uma qualidade duvidosa a respeito dessas tecnologias, enquanto desafios concernentes ao Processamento de Linguagem Natural (PLN) (Corrêa et al. 2017). O impacto de traduções incorretas podem gerar problemas de comunicação entre surdos e ouvintes, assim como o estudo e aprendizagem da Libras (Corrêa et al. 2014). Com isso, é possível perceber que a presença de um intérprete, quando possível, durante uma comunicação entre uma pessoa surda e outra ouvinte, é a maneira mais efetiva de transmitir a informação entre as partes.

O presente trabalho aborda uma proposta de interface acessível de teleducação para pessoas com deficiência auditiva com o objetivo de facilitar o acesso à informação por meio de uma interface acessível e intuitiva para essas pessoas. Além disso, almeja-se analisar as diversas formas de interface de comunicação entre indivíduos surdos e ouvintes, mais especificamente se existem e como funcionam interfaces de vídeo chamada que tratam desse problema de comunicação no ambiente da teleducação, captando quais as características mais relevantes para um sistema prover uma melhor experiência para indivíduos surdos no escopo da teleducação.

1.2 Justificativa e Motivação

As línguas de sinais (LS), forma natural de comunicação entre os surdos, fazem uso de um canal visual para comunicação, ou seja, um conjunto de elementos linguísticos manuais, corporais e faciais para articular os sinais, o que difere das línguas orais (LO) que utilizam o som para realizar a comunicação (Góes 2002).

Com a utilização do ensino de escrita de línguas orais (LO) para surdos, o ensino se torna um desafio a mais para o estudante surdo, ocasionando evasão escolar e baixo rendimento em diferentes áreas da grade curricular (Peixoto 2019). Esta parcela da população enfrenta dificuldades no acesso à informação e educação. No Brasil, por exemplo, segundo o censo demográfico do IBGE, cerca de 97% dos surdos não conseguem concluir o ensino médio (IBGE 2000).

Com relação às políticas educacionais no contexto da surdez, a Lei nº 10436/2002, determina que o poder público se empenhe na propagação da Libras e que as instituições de ensino públicas sejam capazes de oferecer educação aos surdos em sua língua natural, a Libras. Além disso, a lei presume a inclusão, nos sistemas educacionais federais, estaduais e municipais, do ensino de Libras nos Parâmetros Curriculares Nacionais nos cursos de formação em Educação Especial, Fonoaudiologia, Magistério, no Ensino Médio e Superior (BRASIL 2002). Entretanto, a falta de materiais de ensino e avaliação desenvolvidos, especialmente, para as crianças surdas brasileiras, torna o cumprimento dessa Lei insatisfatório (Santana 2016).

Em contrapartida, recentemente houve um crescimento no nível educacional dos surdos devido ao apoio das políticas públicas educacionais aplicadas. Nos dias atuais, segundo o Censo da Educação Superior (2013) cerca de 8.676 alunos com deficiência auditiva ou surdo-cegos estão matriculados nas instituições de educação superior (BRASIL 2013). No que tange a Educação Superior, o Decreto número 7611/2011 (BRASIL 2011) tornou obrigatório a estruturação de núcleos de acessibilidade nas instituições federais de educação superior visando sanar barreiras físicas, de comunicação e de informação que limitam a participação e o desenvolvimento acadêmico e social de estudantes com deficiência.

No tocante às políticas educacionais, destaca-se o decreto de número 5.626/2005, no seu artigo 24, que institui que programação visual dos cursos de nível médio e superior, preferivelmente os de formação dos professores, na educação a distância, esteja em condições de dispor de sistemas de acesso à informação com janela com tradutor e intérprete de Libras - Língua Portuguesa e subtitulação por meio do sistema de legenda oculta, de modo a reproduzir as mensagens veiculadas às pessoas surdas (BRASIL 2005).

Atualmente, alguns serviços de videoconferência, como por exemplo o *Google Meet*[3], já oferecem a funcionalidade de gerar a legenda automática do que está sendo falado em tempo real durante uma videoconferência. As legendas ao vivo não apenas estendem o acesso a apresentações e reuniões para participantes com deficiência auditiva, mas também são benéficas para apresentadores de fala suave ou ambientes ruidosos. Entretanto, essa funcionalidade não oferece suporte para ambos os lados da comunicação, apenas do professor ouvinte para o aluno surdo, fazendo com que a experiência do estudante com deficiência na videochamada não seja completa.

No âmbito da teleducação, na ausência de um intérprete, um dos problemas enfrentados por alunos surdos durante uma videoconferência é a dificuldade de comunicar suas próprias ideias e pensamentos durante a aula (Yeratziotis & Van Greunen 2013). A utilização de sistemas que permitem a presença de um intérprete de língua de sinais no meio virtual numa interação na qual uma das partes é uma pessoa com deficiência auditiva pode ser uma boa alternativa para facilitar o acesso à informação. Entretanto, se faz necessário o uso de dispositivos capazes de capturarem e reproduzirem vídeo numa qualidade aceitável e também uma boa conexão com a internet (Bai & Bruno 2020).

Essas limitações motivaram as seguintes questões de pesquisa (QP) deste trabalho:

- **QP1**: Como é possível reduzir as barreiras de acesso à informação das pessoas surdas no âmbito da teleducação?
- **QP2**: Como podemos aprimorar a experiência de um usuário surdo no âmbito da teleducação?

A principal motivação deste trabalho é abordar as questões de pesquisa levantadas e propor soluções dentro do escopo da pesquisa abordada.

[3]https://meet.google.com

1.3 Hipótese

Baseado nas questões de pesquisa apresentadas no final da Seção 1.2, uma hipótese geral foi definida para o desenvolvimento do trabalho. Informalmente, ela pode ser definida da seguinte maneira:

1. A experiência e usabilidade de um usuário surdo no ambiente da teleducação podem ser melhoradas a partir da utilização da interface proposta.

A hipótese informal supracitada pode ser definida formalmente da seguinte forma:

1. **Hipótese nula** H_0: A solução proposta não melhorará a experiência e usabilidade do usuário surdo no âmbito da teleducação
   Hipótese alternativa H_1: A solução proposta melhorará a experiência e usabilidade do usuário surdo no âmbito da teleducação

No Capítulo 5 será apresentado um projeto de experimentos desenvolvido para testar essa hipótese. Esse projeto inclui a definição, o planejamento e a execução do experimento para testar e avaliar a hipótese geral.

1.4 Objetivo Geral

Como forma de aprimorar a usabilidade dos usuários surdos no meio da teleducação, o trabalho tem como objetivo geral facilitar o acesso à informação aos alunos surdos em sua língua natural por meio da oferta de uma interface que atenda os requisitos necessários de uso no ambiente de teleducação. A proposta da interface acessível contempla a participação de usuários de Libras na avaliação da solução. Além disso, a solução proposta poderá servir como base para desenvolvedores de sistemas de videoconferência, sendo possível adaptar para outros casos de uso, como por exemplo, a integração de um sistema de tradução automática para cobrir a ausência de um intérprete humano.

1.5 Objetivos Específicos

Para que a solução proposta tenha êxito, faz-se necessário, portanto, que os seguintes objetivos específicos sejam atingidos:

- Identificar aspectos relevantes para a análise de usabilidade e qualidade de experiência de um usuário surdo na teleducação.
- Explorar a construção de uma interface de um sistema de videoconferência educacional acessível que viabilize o seu uso para usuários surdos.
- Realizar experimentos com usuários da língua de sinais a fim de obter uma avaliação da solução proposta.

1.6 Estrutura da Dissertação

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. Neste primeiro capítulo foram apresentados uma contextualização e conceitos gerais importantes sobre o tema abordado, a justificativa e motivação da realização deste trabalho, a hipótese adotada, os objetivos gerais e específicos pretendidos com o estudo desenvolvido e a estruturação da pesquisa.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica detalhada sobre os conceitos relevantes para compreensão e contextualização do trabalho, como por exemplo Língua de sinais, Interação Humano-Computador, Usabilidade e Acessibilidade.

O Capítulo 3 apresenta a revisão quasi-sistemática da literatura, na qual foram selecionados os trabalhos mais influentes de acordo com o tema dessa pesquisa.

O Capítulo 4 descreve a solução proposta, juntamente com as estratégias que serão utilizadas para a realização do trabalho.

O Capítulo 5 mostra o planejamento dos experimentos a serem realizados, descrevendo a hipótese, sujeitos, objetos, variáveis, testes estatísticos e instrumentos.

O capítulo 6 apresenta a execução do experimento conduzido com o objetivo de avaliar a experiência e usabilidade do usuário surdo no cenário de teleducação, juntamente com as análises e discussão dos resultados.

No Capítulo 7 serão abordadas as conclusões deste trabalho, juntamente com uma discussão sobre as principais contribuições e propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação teórica

O aporte teórico deste trabalho é apresentado neste capítulo que trata inicialmente da Língua de Sinais. Em seguida, são apresentados conceitos sobre Interação Humano-Computador e suas subáreas Usabilidade e Acessibilidade.

2.1 Língua de Sinais

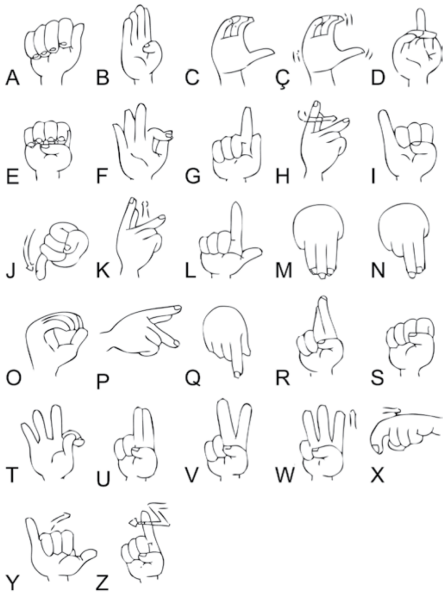
A linguística é a ciência que desenvolve o estudo científico das línguas naturais e humanas. Com isso, a linguística tem como foco elucidar os fatos linguísticos, descrevendo as línguas e esclarecendo os eventos comuns a elas. Também é papel da linguística explicar os conceitos que determinam a linguagem humana e a existência de diferentes línguas (De Quadros & Karnopp 2009).

Os surdos se comunicam naturalmente através das línguas de sinais. Esse tipo de linguagem surge, segundo (Brito 1995), de forma espontânea da interação entre as pessoas com deficiência auditiva, podendo expressar qualquer conceito descritivo, racional, literal, concreto, metafórico, emocional ou abstrato.

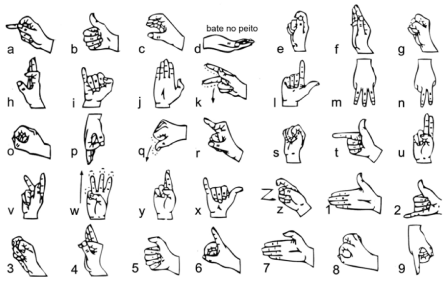
A Libras é uma língua do tipo espaço-visual (Brito 1995) que apresenta fonologia, sintaxe, semântica e morfologia própria, tal como outras línguas de sinais. Além disso, possui uma produção manual e uma percepção visual, utilizando o espaço físico e o próprio corpo para sinalizar o conteúdo da mensagem visual. Elas também possuem gramáticas próprias e são compostas dos diversos níveis linguísticos, como morfologia, sintaxe e semântica. Segundo (FERREIRA 1997), a exploração do corpo do sinalizador, juntamente com o espaço físico são importantes elementos na interação e seu uso favorece a iconicidade, já que é mais palpável que a dimensão utilizada pelas línguas orais, o tempo.

Para (BERNARDINO 1999), o espaço de sinalização, também conhecido como espaço neutro, nas línguas de sinais é utilizado para a realização das construções gramaticais com verbos espaciais e de concordância, e também para a realização de construções utilizando classificadores (CLs). Dentro da morfologia das línguas de sinais, os CLs fazem parte do núcleo lexical dessas línguas (De Quadros & Karnopp 2009) e são responsáveis pela formação da maioria dos sinais existentes, assim como pela criação de novos.

Além da Libras, existem várias outras línguas de sinais no mundo. Cada língua contém suas próprias regras gramaticais, vocabulários e fonemas (Buttussi et al. 2007). Alguns exemplos são: Língua americana de sinais (ASL), Língua francesa de sinais (FSL),

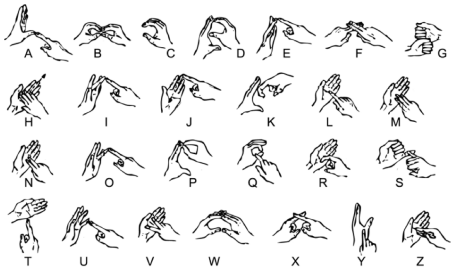


(a) Língua brasileira de sinais



(b) Língua gestual portuguesa

(c) *American sign language*



(d) *British sign language*

Figura 2.1: Diferentes línguas de sinais. Adaptado de (Campos 2011)

Língua gestual portuguesa (LGP), Língua espanhola de sinais (LSE), Língua britânica de sinais (BSL), entre outras. Com isso, é notável que não existe uma língua de sinais universal, e cada uma possui suas peculiaridades e variações. Um exemplo disso pode ser visualizado na figura 2.1.

2.2 Interação Humano-Computador

O termo Interação Humano Computador (IHC), ou também conhecido como Interface Humano Computador, se tornou popular nos anos 80 como uma nova forma de estudo e pesquisa sobre o *design* de interfaces de sistemas computacionais e suas interações com os usuários. Dessa forma, com o passar dos anos esse estudo das interfaces tornou-se uma prática cada vez mais corriqueira (Vieira & Baranauskas 2003).

Até os anos 90, a IHC tinha como foco o projeto de interfaces utilizadas por apenas um usuário. Contudo, ao passar dos anos esse conceito evoluiu progressivamente, principalmente com a evolução e popularização da Internet. Dessa forma, surgiu a necessidade de

propiciar a interação entre múltiplos indivíduos que trabalhavam em conjunto, surgindo assim demandas por uma área interdisciplinar com foco no trabalho cooperativo (Bites & Almeida 2009).

Para (Preece et al. 1994) a Interação Humano Computador, que no inglês é conhecido como *Human Computer Interaction*, consiste em projetar sistemas de computador para que o usuário consiga realizar suas atividades de maneira produtiva e segura. (Padovani 2002) avalia a IHC como sendo um campo de estudo interdisciplinar que tem como foco geral entender como e porque as pessoas utilizam ou não a tecnologia da informação. Já (Winograd 2003) trata a IHC com uma abordagem mais humana, mostrando que "a grande maioria da interação humano-computador é um passo em algum processo de interação humano-humano". A IHC desempenha um papel importante no desenvolvimento de sistemas de computador pois auxilia o desenvolvimento de técnicas interacionais e sugere onde e em quais situações essas técnicas e tecnologias podem ser melhor utilizadas (Booth 1989).

O modelo de (Mayhew 1991), apresentado na figura 2.2, é um modelo de um sistema interativo baseado em computadores, composto pelo homem, computador e limites do sistema. A interface humano-computador é representada pela interseção entre o homem e o computador. O ambiente físico, organizacional e social, como subsistemas, também estão presentes e interferem no processo.

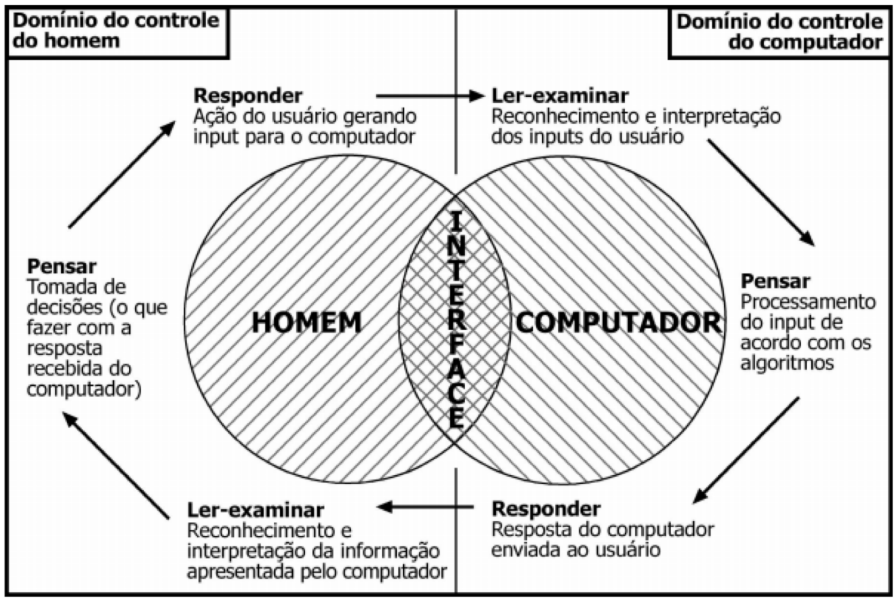


Figura 2.2: Modelo de três fases da Interação Humano Computador de Mayhew. (Mayhew 1991).

A troca de domínio do controle entre o homem e o computador é dividido em três etapas, são elas: Ler-Examinar, Pensar e Responder. No tocante às responsabilidades, a preocupação com esse sistema deve ser levada em conta, para que a interação seja o mais compreensível possível para o homem (Mayhew 1991)(Padovani 2002).

Para (Mayhew 1991), uma das principais causas de problemas no âmbito da IHC é

o fato dos desenvolvedores tratarem o produto a ser desenvolvido como uma unidade independente, quando na verdade é parte de um sistema maior, levando em consideração os usuários e outros subsistemas.

A implementação da IHC pode ser interpretada como uma arte e uma ciência, pois requer uma gama de abrangente de habilidades, incluindo a compreensão do usuário, apreciação das capacidades de engenharia de software e aplicação de interfaces gráficas apropriadas (Sims 1997).

Ao utilizar os princípios e práticas da IHC no processo de desenvolvimento, o sistema deve ser fácil de ser utilizado pelos seus usuários em suas configurações de trabalho. O propósito de integrar as técnicas da IHC no processo geral de desenvolvimento é que ele incorpore um bom *design* em praticidade e entendimento, e para atingir esse objetivo o IHC aborda o que acontece no lado humano da interação, assim como no lado do sistema, estudando o relacionamento entre ambos e descobrindo os métodos para mapear funções de computação para recursos humanos (Head 1999).

2.2.1 Objetivos da IHC

A interação homem computador tem como foco a produção de sistemas utilizáveis e seguros, bem como sistemas funcionais. Esses objetivos se concentram nos serviços que o sistema fornece, na rapidez com que as tarefas podem ser realizadas e na garantia de que os usuários gostem do sistema. É possível resumir esses objetivos em segurança, utilidade, eficácia, eficiência e apelo. Normalmente, a usabilidade é um conceito essencial na IHC e preocupa-se em tornar os sistemas fáceis de aprender, fáceis de usar e limitar a frequência e a gravidade dos erros (Preece et al. 1994). Para desenvolver um sistema que seja simples e com boa usabilidade é preciso estar ciente de alguns problemas, são eles:

- Entender fatores organizacionais, sociais e psicólogos que determinam como as pessoas operam e fazem uso eficaz da tecnologia de computadores;
- Desenvolver ferramentas e técnicas para auxiliar os *designers* a garantir que os sistemas computacionais sejam adequados para as atividades para as quais serão utilizados;
- Alcançar uma interação eficiente, eficaz e segura em termos de interação individual com computador humano e interação em grupo.

Os desenvolvedores devem ter cautela ao analisar as questões supracitadas na fase de *design* do sistema, visto que o sistema deve ser projetado para atender os requisitos dos seus usuários e não o inverso.

2.2.2 Interação e Interface

Para aprimorar a qualidade do uso dos sistemas interativos, inicialmente é preciso compreender os conceitos e diferenças entre Interação e Interface, para que assim possam ser aplicados de forma correta (Card 2018).

Ao longo dos anos, a definição geral de interação usuário-sistema evoluiu juntamente com os avanços tecnológicos. No início, se tratava de uma sequência de estímulos e

respostas, como uma interação simples entre dois corpos. Com o surgimento de novas pesquisas de base cognitiva, essa definição evoluiu e passou a destacar a interação como sendo a comunicação com máquinas, no lugar de operação de máquinas (Card 2018).

Segundo (Dix et al. 2003), a interação envolve pelo menos dois participantes: o sistema o usuário. Ambos são complexos e são muito diferentes um do outro na maneira como se comunicam e visualizam o domínio e a tarefa. Por isso, o papel da interface é traduzir efetivamente suas diferenças e complexidades para que a interação seja bem-sucedida. Para (Norman 2013), a interação é um processo em que o usuário formula uma intenção, planeja suas ações, atua sobre a interface, percebe e interpreta a resposta do sistema e avalia se seu objetivo foi alcançado.

Quando o conceito de Interface surgiu, era compreendida como o *hardware* e o *software* com os quais a comunicação entre o homem e a máquina era realizada. Ao passar dos anos, esse conceito foi evoluindo, acrescentando novos aspectos, como a consideração de aspectos cognitivos e emocionais dos usuários (Vieira & Baranauskas 2003).

A interface é vista como um lugar em que o contato entre duas entidades ocorre. Um exemplo disso é a tela do computador, na qual a entidade Usuário se encontra com a entidade Sistema. No dia-a-dia, podemos perceber alguns exemplos de Interfaces, a maçaneta de uma porta, uma torneira, o volante de um carro, entre outros. A forma dessas interfaces afeta a qualidade física das partes na interação (Vieira & Baranauskas 2003).

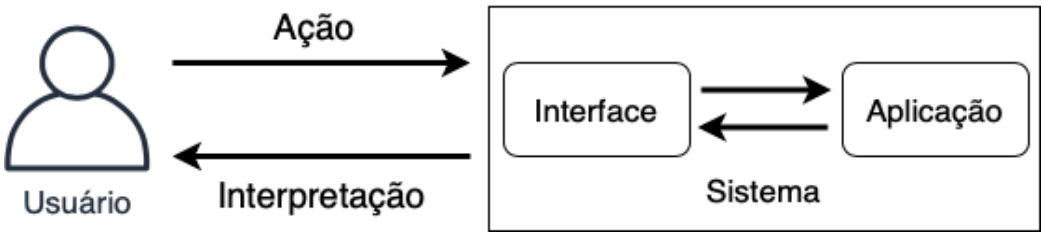


Figura 2.3: Processo de interação e o papel da interface. Adaptado de (Souza et al. 1999)

A figura 2.3 apresenta uma ilustração para explicar visualmente o processo de interação e o papel da interface proposto por (Souza et al. 1999). Segundo os autores, a interface é a parte do sistema computacional que se comunica com o usuário, isto é, a parte em que ele entra em contato para disparar as ações desejadas do sistema e receber os resultados destas ações. O usuário então, interpreta a resposta de suas ações entregues pelo sistema, para em seguida definir suas próximas ações e assim sucessivamente. Para este processo de comunicação entre usuário e o sistema é denominado interação.

2.2.3 *Affordance*

Para (Norman 1988), *Affordance* é um termo utilizado para se referir a um atributo de um objeto que possibilita que as pessoas saibam como usá-lo. Por exemplo, o botão do mouse convida o usuário a pressioná-lo pela maneira como ele foi projetado fisicamente. De forma simples, podemos definir que o significado de *Affordance* é "dar uma pista" para o usuário. Desde então, o termo tem sido muito popularizado no design de interação,

sendo usado para descrever como as interfaces devem tornar óbvio o que pode ser feito ao usá-las.

Segundo (Norman 1999), podemos dividir a *affordance* em dois tipos: *Percebida* e *Real*. A *affordance* do tipo *real* pode ser encontrada em objetos físicos que são perceptivamente óbvios e não precisam ser aprendidos. Por outro lado, as interfaces de usuário são virtuais e estão mais relacionadas as ações que o usuário percebe serem possíveis com base em como um objeto é apresentado, com isso tempos o tipo *affordance percebida*. Por exemplo, se o *design* contém um botão, devemos fazê-lo parecer clicável. Utilizando essa distinção, Norman argumenta que não faz sentido tentar projetar *affordance real* na interface, exceto ao projetar dispositivos físicos, como consoles de controle, no qual recursos como puxar e pressionar são úteis para orientar o usuário a saber o que fazer. Já as interfaces baseadas em tela são melhor conceituadas se projetadas utilizando *affordance percebida*, que s ão essencialmente convenções aprendidas.

2.3 Usabilidade

A usabilidade refere-se à qualidade da interação, no que diz respeito ao tempo gasto para executar tarefas, número de erros cometidos e tempo para se tornar um usuário hábil do sistema (Benyon 2014). Para (Nielsen 1994), a usabilidade é um atributo que avalia a facilidade de utilizar uma interface, ou seja, uma medida de qualidade da experiência de um usuário ao interagir com um produto ou sistema. É possível compor a usabilidade pela facilidade de uso e aprendizado, memorização e execução de tarefas e prevenção, visando reduzir os erros e aumentar a satisfação do usuário.

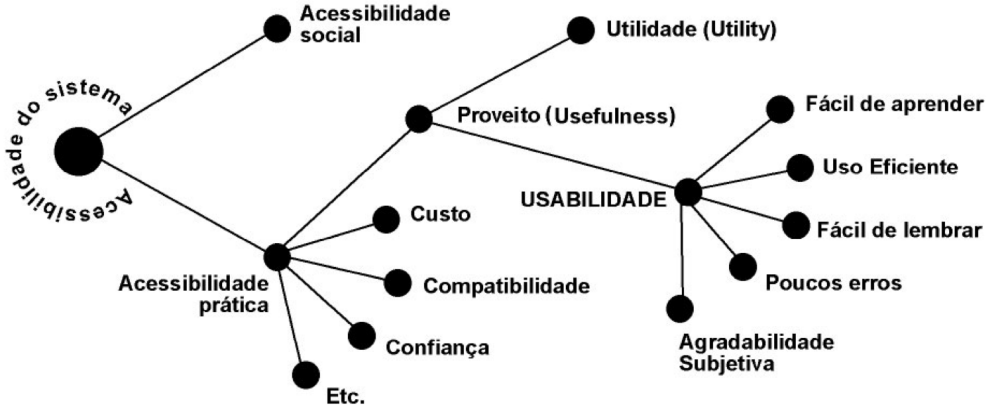


Figura 2.4: Modelo de atributos de acessibilidade do sistema. (Nielsen 1994)

Nielsen destaca a usabilidade e a utilidade como atributos de qualidade do sistema, sendo igualmente importantes dentro do atributo maior de Proveito (*usefulness*). Na figura 2.4 podemos notar que a usabilidade é definida em função de múltiplos componentes e é tradicionalmente associada com cinco atributos:

- **Fácil de aprender:** Para que o usuário possa começar a interagir rapidamente no sistema é preciso que ele seja fácil de aprender. Para Nielsen, esse é o atributo mais

importante de usabilidade, pois é a primeira experiência do usuário com o sistema.
- **Uso Eficiente:** Eficiência refere-se aos usuários experientes do sistema. Em outras palavras, o sistema necessita ser eficiente no uso, para que o usuário tenha um ganho de produtividade após ter aprendido como utilizá-lo.
- **Fácil de lembrar:** O sistema precisa ser facilmente relembrado, ou seja, quando o usuário retornar a utilizá-lo após um período de tempo ele não tenha novamente que aprendê-lo.
- **Poucos erros:** O sistema precisa apresentar uma baixa taxa de erros, e caso aconteça, deve ser de fácil recuperação, sem perda de trabalho. Nesse caso, o erro é definido como ação que resultou em algo inesperado pelo usuário.
- **Agradabilidade Subjetiva:** Os usuários do sistema devem se sentir confortáveis ao utilizá-lo.

Para um sistema conquistar a qualidade de facilidade de uso, é importante considerar as diferenças individuais de cada tipo de usuário (Shneiderman et al. 2016). Com isso, podemos notar que a literatura está sempre destacando a importância de conhecer quem serão os usuários do sistema, para que então seja possível desenvolvê-lo de forma sustentável e utilizável.

Com o intuito de auxiliar o desenvolvimento de aplicações visando usabilidade, (Jakob 1993) destaca algumas heurísticas que endereçam os principais pontos que devem ser levados em consideração durante o desenvolvimento do sistema, são elas:

1. Visibilidade do *status* do sistema;
2. Compatibilidade do sistema com o mundo real;
3. Controle do usuário e liberdade;
4. Consistência e padrões;
5. Prevenção de erros;
6. Reconhecimento ao invés de relembrança;
7. Flexibilidade e eficiência de uso;
8. Estética e *design* minimalista;
9. Ajudar os usuários e reconhecer, diagnosticar e corrigir erros;
10. *Help* e documentação.

2.4 Acessibilidade

Entre as décadas de 1940 e 1960, o termo "acessibilidade" estava relacionado diretamente com questões físicas e funcionais. A partir de 1990, com o avanço da Internet, surgiu a necessidade de prover o acesso na *web* de forma acessível. Dessa forma, dois consórcios mundiais, o W3C (do inglês, *World Wide Web Consortium*) e a WAI (do inglês, *Web Accessibility Initiative*) estabeleceram os primeiros padrões e protocolos que sistemas computacionais deveriam seguir para que pudessem ser considerados acessíveis (Passerino & Montardo 2007).

No Brasil, o conceito de acessibilidade surgiu fazendo referência aos meios de comunicação. Em 1999, o Decreto Lei nº 3.298 define a acessibilidade no âmbito da Administração pública federal como sendo a "possibilidade e condição de alcance para utilização

com segurança e autonomia dos espaços, mobiliário e equipamentos urbanos das instalações e equipamentos esportivos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação" (BRASIL 1999).

2.4.1 Acessibilidade na *Web*

O conceito de acessibilidade no meio digital está relacionado à disponibilização de toda informação disponível ao usuário de forma autônoma, sem prejudicar o conteúdo, independentemente de suas características físicas (Barbosa & Silva 2010).

A *World Wide Web* (*Web*) foi criada com o objetivo de promover uma tecnologia para disponibilização de conteúdo em formato padrão, por meio de informações disponibilizadas em hipertexto utilizando HTML (W3C 1999).

Diferentes conjuntos de *guidelines* foram criados para elaboração de sites almejando à acessibilidade na *Web*, possibilitando que qualquer usuário, em qualquer agente, possa interagir e entender o conteúdo disponibilizado (Waddell et al. 2003). Como exemplos de agentes, podemos ter: Tecnologias Assistivas (TA) de *hardware* e *software*, dispositivos móveis, TV digital, entre outros.

A WAI é uma organização criada pela W3C, que tem como intuito definir *guidelines* ou diretrizes e recursos para fazer com que a *Web* seja acessível às pessoas com necessidades especiais (W3C 2005). A iniciativa de acessibilidade para *Web* (WAI) compreende que o cenário estudado é composto por três instâncias que estão integradas. O esquema da figura 2.5 ilustra os componentes da acessibilidade que o WAI-W3C relaciona para essas instâncias, gerando um guia de acessibilidade para cada uma delas (W3C 2018). Essas três frentes de atuação vão apresentar diretrizes, boas práticas e exemplos para diversos cenários e aspectos da web, são elas:

- **ATAG** - *Authoring Tool Accessibility Guidelines*: tem como objetivo guiar os desenvolvedores ao implementar ferramentas de autoria de conteúdo *Web* acessíveis e na criação de ferramentas de autoria. As ferramentas de autoria são softwares e serviços que os "autores" (desenvolvedores da web, designers, escritores, etc.) usam para produzir conteúdo da web (W3C 2015a);
- **WCAG** - *Web Content Accessibility*: apresenta como transformar o conteúdo *Web* acessível a indivíduos que possuem algum tipo de deficiência e a todos os usuários, independentemente do agente do usuário ou restrição de operações. O conteúdo da Web geralmente se refere às informações em uma página ou aplicativo incluindo: informações naturais como texto, imagens e sons, código ou marcação que define estrutura, apresentação do conteúdo, entre outros (W3C 2017);
- **UAAG** - *User Agent Accessibility Guideline*: focado no desenvolvimento de agentes de usuário que diminuam as barreiras a acessibilidade na *Web* para pessoas com algum tipo de deficiência. Os agentes de usuários incluem navegadores, extensões de navegador, *players* de mídia, leitores e outros aplicativos que processam conteúdo da *Web* (W3C 2015b).

Cada diretriz possui *checkpoints*, que são etapas ou partes de um projeto que podem apresentar limitações aos usuários com algum tipo de deficiência, como por exemplo

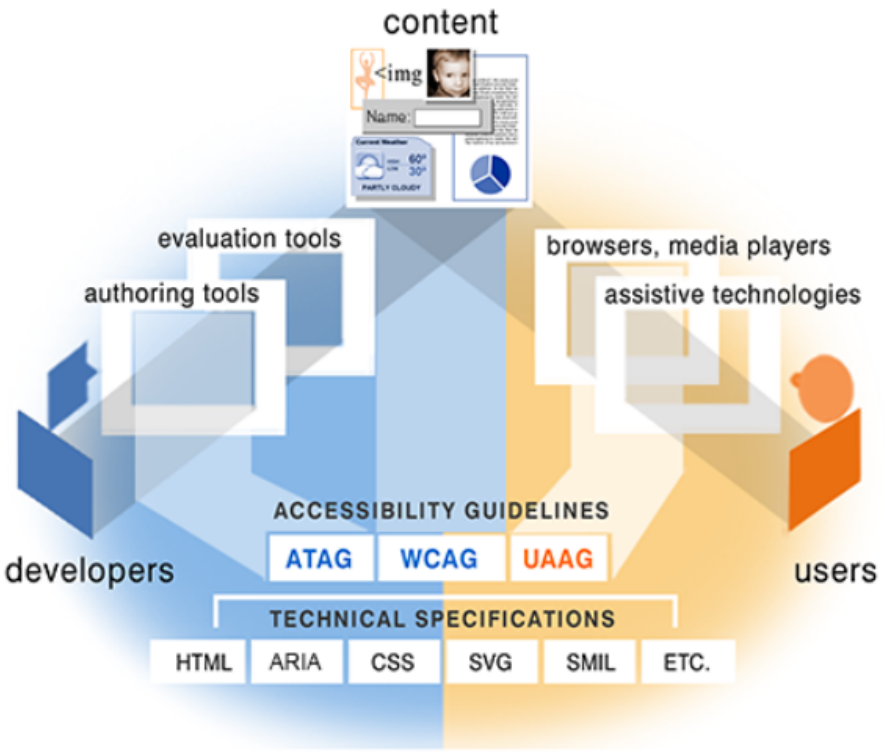


Figura 2.5: Componentes de acessibilidade na WEB para o W3C/WAI. (W3C 2018)

indivíduos surdos, cegos, problemas cognitivos, entre outros. Cada *checkpoint* é definido um valor de prioridade, conforme o seu impacto na acessibilidade.

É importante evidenciar que um artefato de mídia pode não ser completamente acessível a todos os públicos. Contudo, as diretrizes do WAI auxiliam produtores, designers e desenvolvedores a tornarem seus artefatos mais acessíveis para indivíduos com algum tipo de restrição, seja ela, permanente, temporária ou situacional (W3C 2005). Impactam a acessibilidade de mídias de áudio e vídeo:

- A maneira como o conteúdo é projetado;
- A forma de inserção ou indexação dentro de um site ou aplicativo;
- Questões técnicas do vídeo como *codec* e tamanho;
- A disponibilidade e a oferta de elementos alternativos como: descrições em áudio e texto, transcrições, legendas, dublagem etc.
- As formas de interação com o conteúdo disponíveis;

2.5 Teleducação

A teleducação consiste na aplicação de TICs no ensino à distância, comumente definido como qualquer processo ou sistema educacional ou de aprendizagem em que o professor e o instrutor estão separados geograficamente ou no tempo de seus alunos. O

ensino à distância (EAD) surgiu como forma de ampliar o acesso à educação, não impedindo os processos de aprendizagem tradicionais, e sim, complementando-os, sendo possível a utilização em conjunto com procedimentos e práticas de treinamento presencial ou profissional (Masic et al. 2009).

O vídeo para ensino à distância, assim como o áudio, pode ser usado de forma síncrona ou assíncrona. As tecnologias de videoconferência são consideradas síncronas pois existe a oportunidade de interação visual e verbal ao vivo entre instrutores e alunos. Nos últimos anos, os sistemas de videoconferência experimentaram um crescimento considerável devido ao aumento das opções de transmissão digital a custos reduzidos, melhorias nas tecnologias de compressão de vídeo e melhorias nos sistemas com uma diminuição associada em seus custos (Curran 2006).

A teleducação supera barreiras de distância física entre os estudantes, sem exigir deslocamentos desnecessários entre os participantes, professores e alunos. O crescimento da Internet e da World Wide Web criou novas oportunidades para a teleducação. Entretanto, existem dificuldades econômicas, humanas e materiais que acabam sendo obstáculos para que os sistemas de ensino à distância evoluam (de Freitas 1996).

Nos dias atuais, existem várias ferramentas de videoconferência que auxiliam a execução do ensino à distância, permitindo a comunicação e a troca de experiências sem o deslocamento de pessoas, além do compartilhamento de materiais por intermédio de *links*, imagens, sons, documentos e *chats* entre os participantes. Todavia, algumas pessoas com deficiência podem encontrar barreiras de acesso, caso as ferramentas não ofereçam recursos de acessibilidade (Reinaldo Ferraz 2020).

2.6 V4H - *Video for Health*

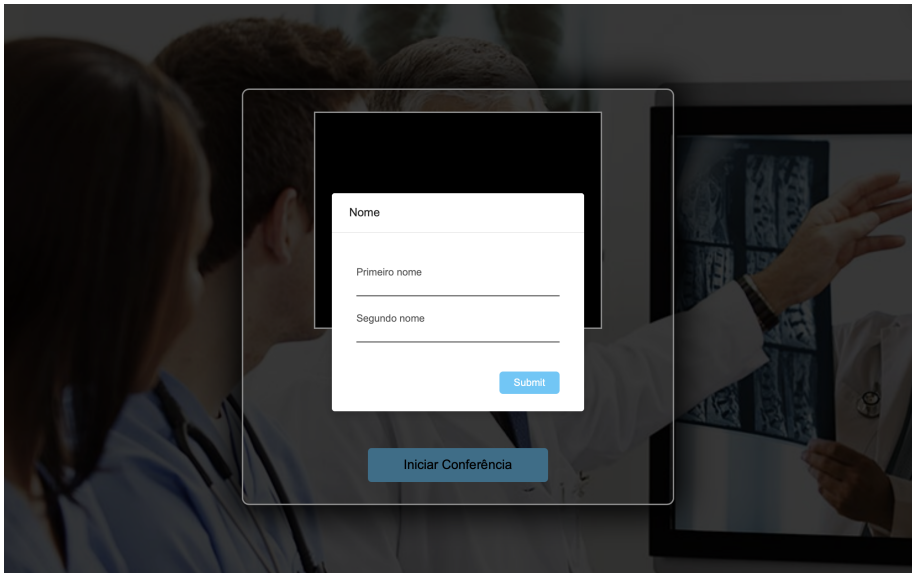
Para validação da solução proposta, a interface final será aplicada no sistema de videoconferência V4H. Por isso, nesta seção será explicado os principais componentes já existentes do V4H, para melhor entendimento das alterações propostas.

O sistema V4H foi desenvolvido com o objetivo de oferecer uma plataforma de vídeo com suporte à transmissão síncrona e confidencial com arquitetura aberta e escalável para simplificar a integração de elementos de *streaming* em sistemas de telessaúde (Sousa et al. 2019). O sistema permite a autenticação de participantes, preservação e recuperação dos vídeos com suporte a prova de existência, integridade e autenticidade com uso de certificados digitais e *blockchain* e a associação da mídia gravada com o prontuário eletrônico do paciente. A ideia principal da plataforma é possibilitar que os teleconsultores e profissionais de saúde possam utilizar recursos síncronos de vídeo para atividades de supervisão, teleconsultoria, teleconsulta, telediagnóstico e preceptoria dos residentes com foco na Atenção Básica e Primária em Saúde em localidades remotas de forma segura e confiável.

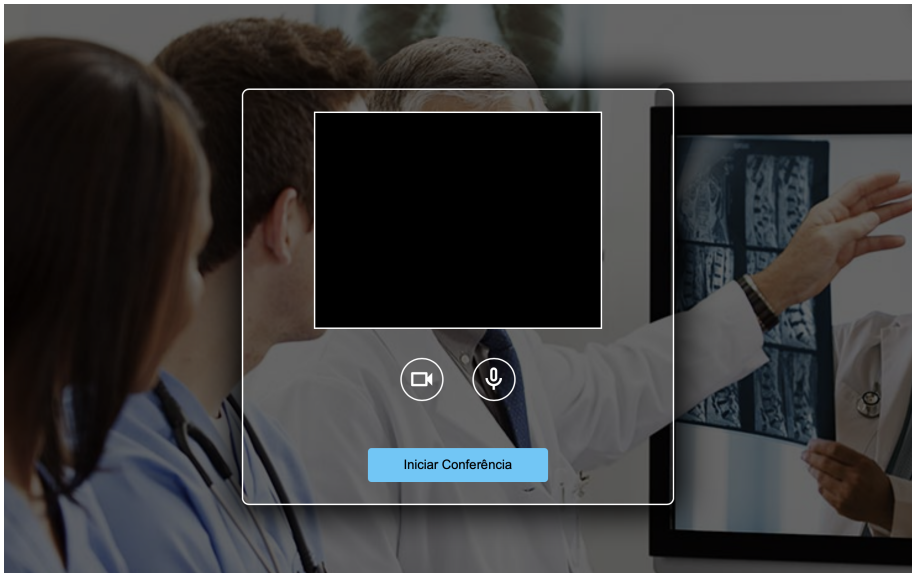
2.6.1 Visão Geral

De modo geral, a interface do V4H possui componentes visuais e usabilidade semelhantes à aplicações de videoconferência já conhecidos e famosos, como por exemplo o

Google Meet[1]. Na figura 2.6 é apresentado os dois estados iniciais quando um usuário entra na videoconferência. Primeiramente, na figura 2.6a, é perguntado o nome e sobrenome do usuário que será utilizado durante a videoconferência. Após inserir as informações, o usuário pode escolher suas configurações de câmera e microfone (Figura 2.6b).



(a) Janela para inserir as informações do usuário



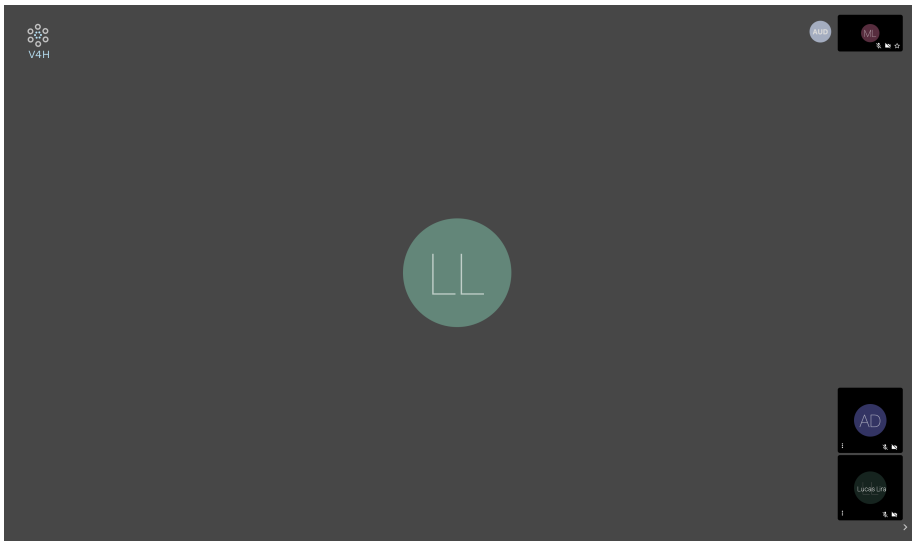
(b) Janela para ativar ou desativar a câmera e o microfone e iniciar a conferência

Figura 2.6: Tela inicial ao entrar em uma videoconferência

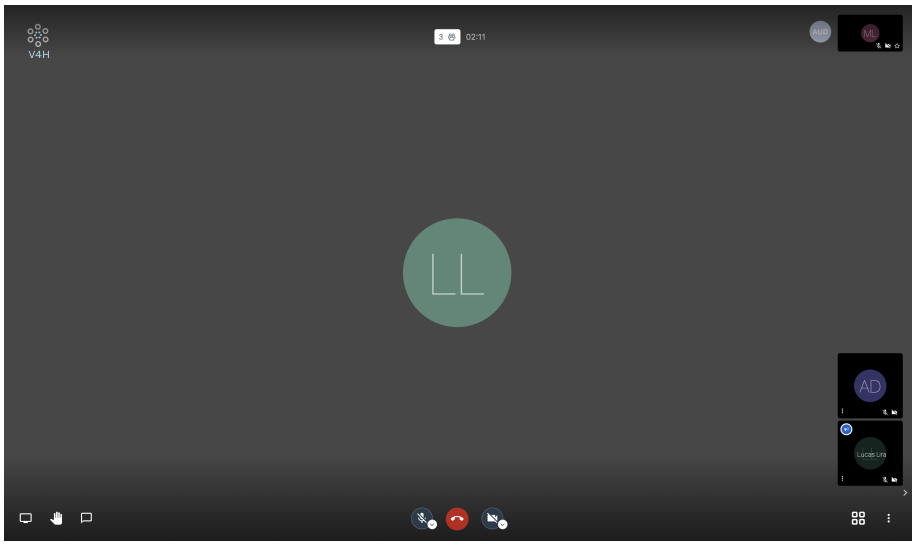
Ao entrar na videoconferência, os participantes se deparam com as interfaces apresentadas na figura 2.7. A figura 2.7a representa a aplicação em seu estado mais comum, quando os controles e opções avançadas estão escondidos. Para exibi-los é necessário que

[1]https://meet.google.com

o usuário pressione o botão esquerdo do mouse em qualquer porção da tela (Figura 2.7b), e após três segundos sem interação do usuário, os controles desaparecem, voltando ao estado inicial. A tela central da janela exibe o usuário que estiver falando no momento, juntamente com sua câmera, caso ativada. No caso da figura, a câmera está desativada, exibindo apenas as iniciais do nome do participante. O usuário é livre para selecionar e fixar na tela central qualquer participante da videochamada. No caso da figura 2.7, o participante com as iniciais "LL" está atualmente com a palavra e com a câmera desativada.



(a) Janela principal da videoconferência sem controles



(b) Janela principal da videoconferência com controles

Figura 2.7: Tela principal durante uma videoconferência

Para melhor entendimento, na figura 2.8, a interface foi dividida em regiões. Cada região representa um conjunto de funcionalidades, são elas:

- **Região A:** Apresenta, respectivamente, um botão com a quantidade de participantes

presentes na videochamada e o tempo de duração. Caso o usuário aperte no botão, uma janela, representando pela na figura 2.12 é exibida contendo uma lista com os nomes dos participantes e o tempo de fala de cada um durante a videoconferência.

- **Região B:** Apresenta um pequeno retângulo contendo as informações do usuário atual. Nele podemos conferir o *feedback* da câmera e do microfone por meio dos ícones. Caso o usuário esteja com a câmera ativada, o *feedback* visual será exibido na região preta, no lugar das iniciais do seu nome. Na aplicação, esta região é estática, ou seja, após o desaparecimento dos controles, ela continua visível.
- **Região C:** Apresenta a lista de usuários participantes da videochamada. Possui as mesmas características da Região B, na qual pode ser visto a câmera do usuário, caso ativada, e o *feedback* do microfone e câmera. Além disso, possui um ícone de megafone que representa quem está falando no momento, e um botão com ícone de três pontos que representa opções avançadas em relação ao usuário, sendo possível enviar uma mensagem privada e alterar o volume. No canto inferior direito da região, existe um botão de seta para direita que é responsável por tirar da tela os outros participantes. Ao clicar em qualquer participante, o mesmo é fixado na tela central e o comportamento padrão de exibir quem está com a palavra no momento é sobrescrito (figura 2.15).
- **Região D:** Apresenta dois botões. O primeiro é responsável por alterar o layout da aplicação, sendo possível visualizar todos os participantes em blocos grandes de mesma proporção no espaço central da tela. O segundo botão exibe as opções avançadas da aplicação (figura 2.14), como por exemplo alterar qualidade de vídeo, entre no modo tela cheia, compartilhar um vídeo, mutar todos os participantes, configurar câmera e microfone.
- **Região E:** Apresenta três botões. O primeiro deles é o botão de habilitar e desabilitar o microfone. Caso esteja habilitado, a cor do botão é alterada para branco e o ícone muda para um microfone ativo. O botão central é responsável for sair da videoconferência. O terceiro botão ativa e desativa a câmera e possui o mesmo *feedback* de cores e ícone do botão de microfone, para melhor representar o estado atual. A figura 2.13 ilustra o estado dos botões quando ativados.
- **Região F:** Esta região é responsável por agrupar três funcionalidades importantes da aplicação. A primeira delas, representada pelo primeiro botão e com um ícone de monitor, possibilita ao usuário compartilhar sua tela. Esta funcionalidade é essencial para uso na educação, visto que o professor poderá fomentar a aula com conteúdos adicionais, como por exemplo apresentações em *slides*. O segundo botão, representado por uma mão, é encarregado de solicitar a palavra durante a videochamada, ou seja, o usuário que deseja falar poderá solicitar a palavra, sem atrapalhar o participante que está atualmente falando. Na figura 2.9 podemos ver que um ícone representando uma mão é adicionado no participante que deseja a vez da palavra. Um analogia a sala de aula seria quando um aluno deseja tirar uma dúvida com o professor. O terceiro botão exibe e esconde o bate-papo de texto, representado na figura 2.11. A figura 2.10 mostra quando há mensagens não lidas pelo usuário atual.

A figura 2.16 representa duas perspectivas de usuários diferentes. A primeira, repre-

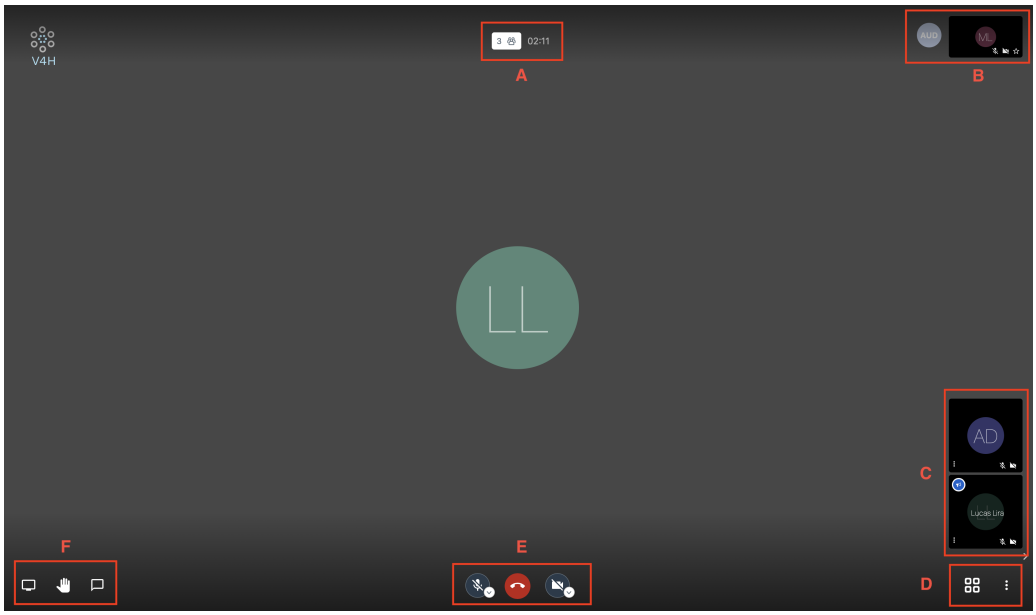


Figura 2.8: Janela principal da videoconferência do V4H com controles divido em regiões

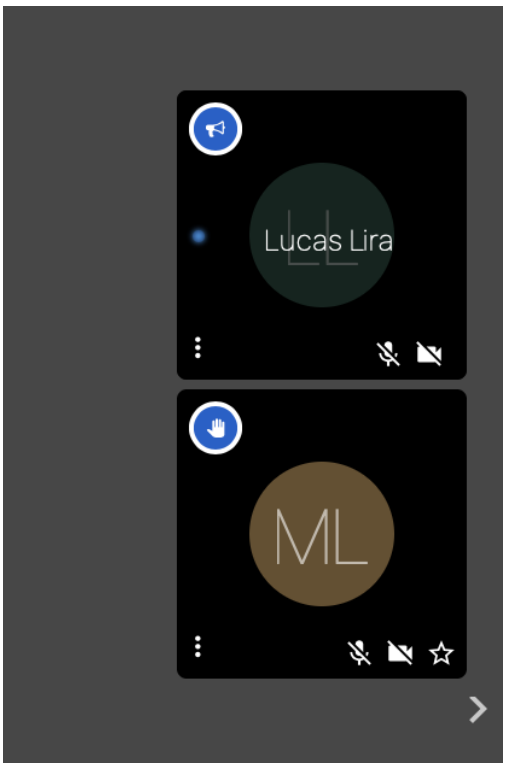


Figura 2.9: Participante com iniciais “ML” solicitando a palavra durante a videoconferência. Participante Lucas Lira está falando no momento, representado pelo ícone de megafone.

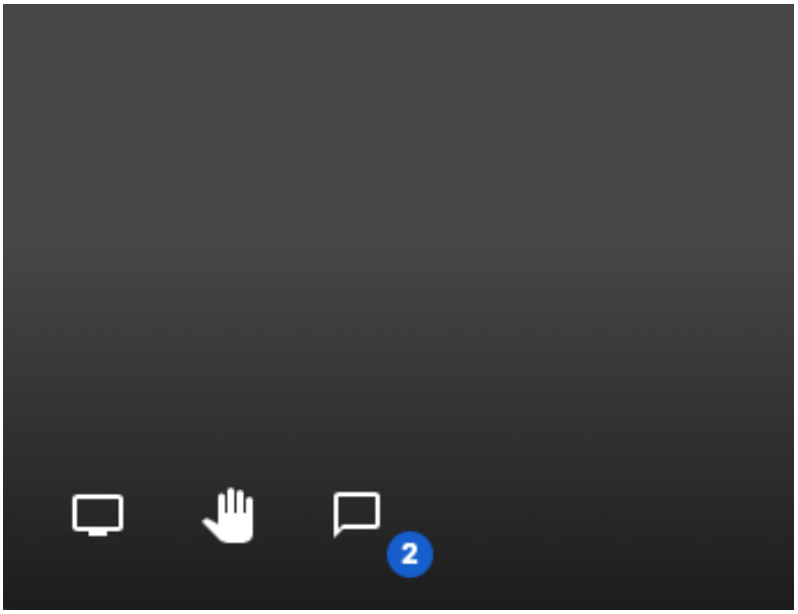


Figura 2.10: *Badge* de notificação indicando quantas mensagens ainda não foram lidas no bate-papo

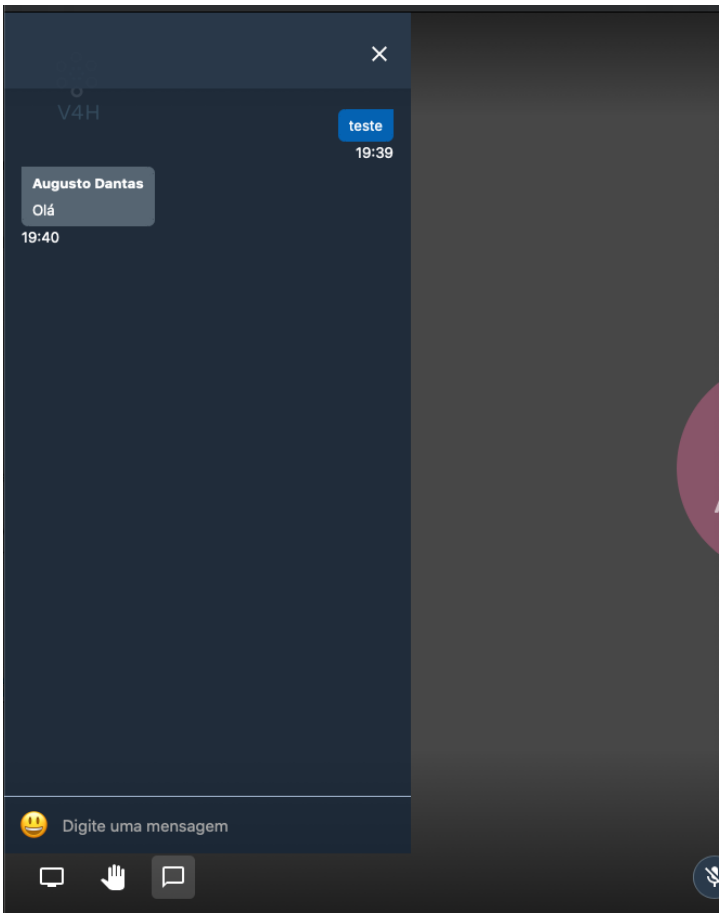


Figura 2.11: Janela de Bate-papo do V4H

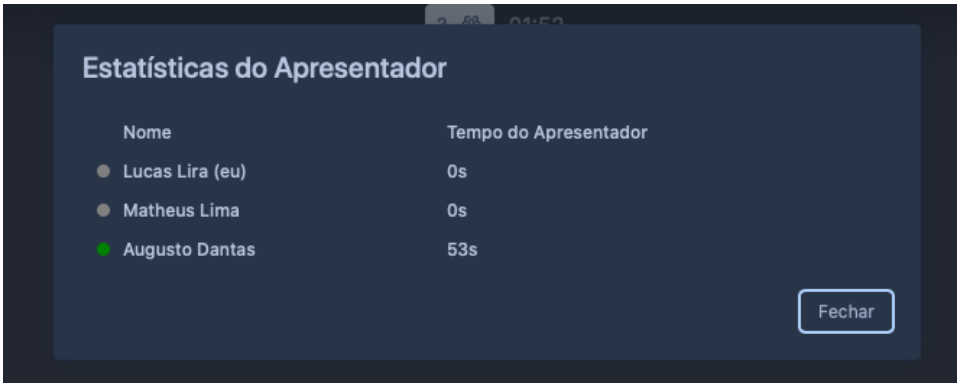


Figura 2.12: Janela de estatísticas do apresentador do V4H

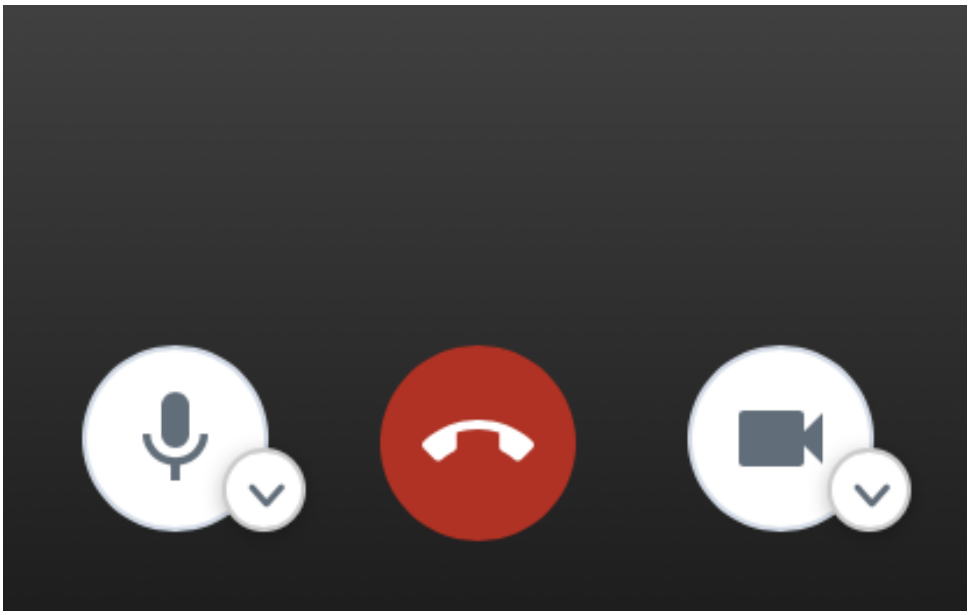


Figura 2.13: Estado dos botões de microfone e câmera quando ativados do V4H

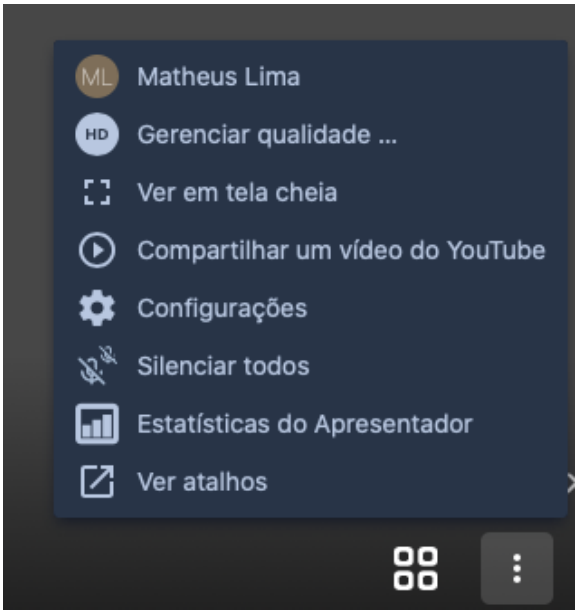


Figura 2.14: Janela de opções avançadas do V4H

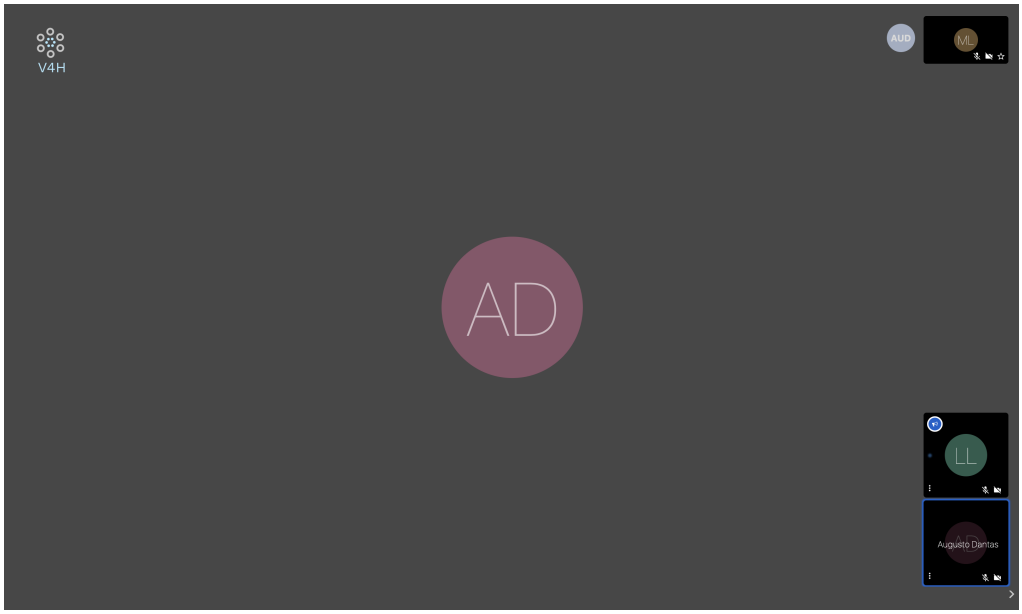
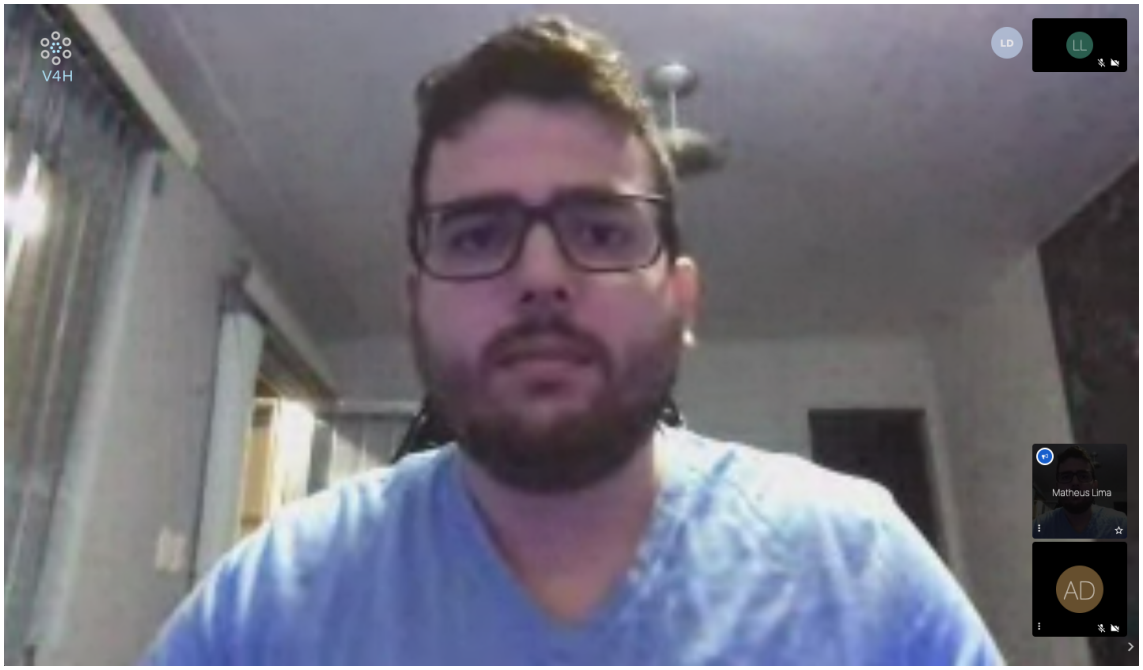


Figura 2.15: Participante “Augusto Dantas” fixado pelo usuário atual de iniciais “ML”, o deixando em tela cheia. A borda da janela do participante fixado altera a cor para azul. No momento da captura de tela, o participante de iniciais “LL” está falando (representado pelo ícone de megafone).

(a) Perspectiva do usuário que está com a câmera habilitada na aplicação V4H. No momento, o participante atual está com a palavra.



(b) Perspectiva do usuário de iniciais “LL” na aplicação V4H. No momento, o participante “Matheus Lima” está com a palavra.

Figura 2.16: Tela principal durante uma videoconferência

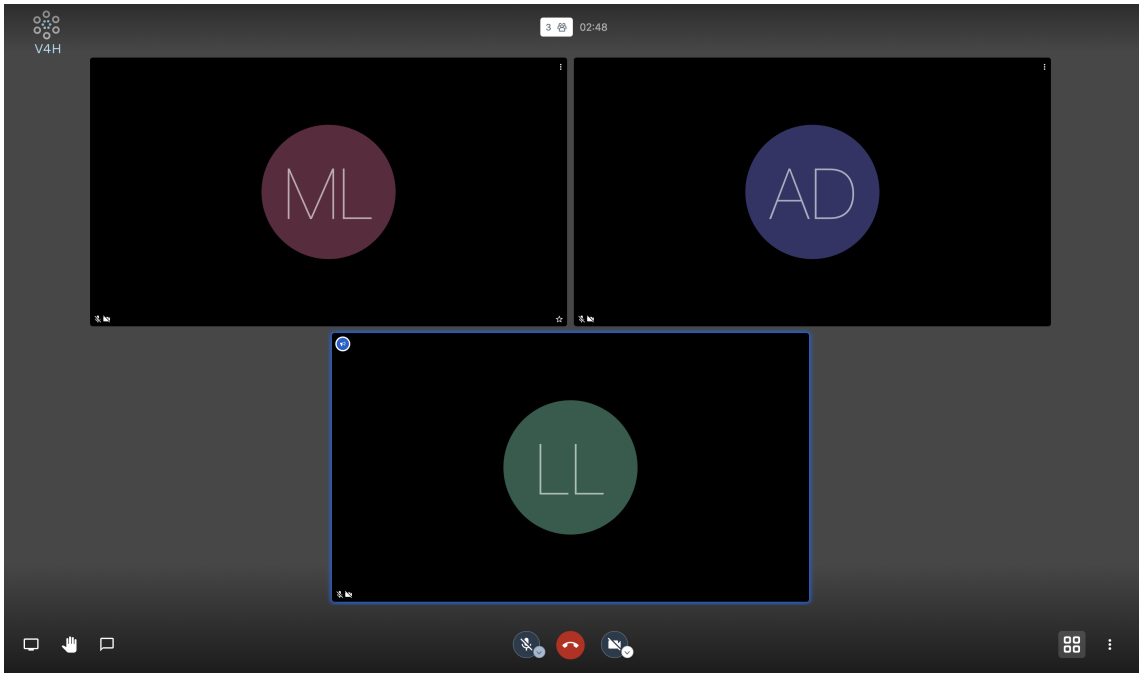


Figura 2.17: Modo de visualização em blocos do V4H

sentada pela figura 2.16a, apresenta a visão do usuário atual com a câmera habilitada. Ele pode visualizar o *feedback* de sua câmera na sua janela retangular localizada na parte superior direita da interface. A figura 2.16b exibe a perspectiva de visão do usuário de iniciais "LL" no exato momento representado na figura 2.16b. É possível perceber que o usuário que está com a fala no momento ocupa toda a proporção da tela, enquanto os demais ficam na parte lateral direita, posicionados em forma de lista vertical. Caso o número de participantes cresça a ponto de não ocupar o espaço disponível na tela, o usuário poderá utilizar a barra de rolagem para encontrar o participante desejado.

2.6.2 Modo de visualização em blocos

O sistema V4H oferece dois modos de visualização durante uma videoconferência. O modo padrão pode ser visto na figura 2.7 e foi apresentado na seção 2.6.1. O segundo é o modo de visualização em blocos, representado na figura 2.17. Quando o usuário altera o modo de exibição, clicando com o botão esquerdo do mouse no botão de blocos localizado na parte inferior direito, torna-se possível visualizar todos os participantes na parte central da tela ao mesmo tempo, visto que as janelas se adaptam para possuir o mesmo tamanho e ocupar o maior espaço possível na tela.

2.7 Considerações

Neste capítulo foram abordados os principais conceitos relacionados com o desenvolvimento desta pesquisa. Diante de diferentes conceitos e pontos de intersecção e divergên-

cias presentes na literatura, o presente trabalho pretende aliar as melhores características de modo que forneça orientações baseadas nas dificuldades das pessoas com deficiência auditiva em suas interações no meio virtual.

Capítulo 3

Trabalhos relacionados

3.1 Revisão Quasi-Sistemática da Literatura

Com o intuito de identificar os principais trabalhos relacionados ao tema desta pesquisa foi realizada uma revisão quasi-sistemática da literatura sobre interface acessível para pessoas com deficiência auditiva. Uma revisão quasi-sistemática da literatura consiste em localizar os estudos existentes, selecionar, avaliar e sintetizar suas contribuições, permitindo conclusões razoavelmente claras sobre o que é e o que não é conhecido na literatura (Denyer & Tranfield 2009).

3.1.1 Protocolo

Para realização do processo de revisão quasi-sistemática da literatura é necessário a definição de um protocolo de revisão, no qual descreve um planejamento previamente estabelecido para a condução da revisão e descreve qual é a questão da pesquisa, quais métodos e estratégias de buscas utilizados e quais os critérios de seleção das publicações que constituíram a amostra. O protocolo de revisão quasi-sistemática desenvolvido para conduzir essa revisão está disponível no Apêndice A. Na subseção 3.1.2 será apresentado o processo de busca, seleção e classificação dos artigos. Na seção 3.2, será apresentado uma descrição e uma avaliação qualitativa das principais contribuições.

3.1.2 Busca, Seleção e Classificação dos Artigos

Segundo o protocolo definido no Apêndice A, a partir da *string* de busca *("Sign Language" OR "Visual Language" OR "Libras" OR "ASL") AND ("Distance education" OR "Video Conferencing" OR "Digital Learning")* e dos portais definidos no protocolo foi possível aplicar o processo de busca de artigos científicos. A pesquisa foi realizada no dia 01 de Julho de 2020 e nela foram encontradas 290 contribuições da literatura relacionadas à temática deste trabalho, como mostra a tabela 3.1.

A partir dos resultados do processo de busca, foi aplicado o processo de filtragem. Esse processo foi efetuado em duas iterações. A primeira iteração filtrou os trabalhos selecionados seguindo os critérios de inclusão e exclusão, disponíveis no Apêndice A, considerando apenas o título e o *abstract* do artigo. Após a primeira iteração, foram

selecionados 62 artigos que seguiam os critérios estabelecidos. As referências para os artigos selecionados na primeira iteração estão disponíveis no Apêndice B. Na segunda iteração, foi feito a leitura completa dos trabalhos considerados indeterminados ou que poderiam estar relacionados com a pesquisa. Após a segunda iteração, foram selecionados 13 artigos. Com isso, ao término das duas iterações, foi possível filtrar 13 trabalhos dentre os 290 iniciais selecionados. A tabela 3.1 apresenta os resultados do processo de busca e seleção dos artigos.

Tabela 3.1: Resultado do processo de busca e seleção de artigos

	IEEE Explore	ACM	ScienceDirect	Springer	Total
Processo de Busca	6	90	91	103	290
Seleção (1ª Iteração)	6	23	16	17	62
Seleção (2ª Iteração)	2	6	2	3	13

3.2 Avaliação Qualitativa das Principais Contribuições

A seguir são descritos os principais trabalhos que tem uma relação mais direta com esta pesquisa.

3.2.1 *CoUnSiL: A Video Conferencing Environment for Interpretation of Sign Language in Higher Education*

Rusñák et al. (2016) propuseram um sistema de videoconferência para intérprete remoto da língua de sinais projetado para utilização em cursos de ensino superior. Segundo os autores, a falta de intérpretes capacitados de interpretar cursos altamente especializados nas universidades motivou o desenvolvimento do trabalho. Um dos objetivos principais era de possuir um sistema que permitisse a utilização de intérpretes remotamente na mesma extensão que localmente, aumentando assim a disponibilidade de pessoas capacitadas de realizar a interpretação do conteúdo da aula.

Os trabalhos relacionados apresentados pelos autores mostraram que as tecnologias convencionais de videoconferência da época priorizavam a qualidade de áudio às custas do vídeo quando estavam em uma situação na qual a conexão de rede é limitada. Com isso, a qualidade de imagem durante a transmissão foi comprometida, prejudicando a interpretação da língua de sinais e fazendo com que a experiência dos estudantes surdos seja reduzida (Rusñák et al. 2016). Em consequência disso, os autores notaram a insuficiência dessas plataformas para legibilidade da fala em grupos de mais de quatro pessoas.

Inicialmente, devido a complexidade de todo o sistema, os autores focaram seus esforços para atender um grupo menor de pessoas, com no máximo 10 participantes, sendo eles 1 Professor, 1 Intérprete e até 8 estudantes. Com isso, os autores se concentraram em encontrar uma solução para as aulas de grupos menores (como oficinas, seminários) que acontecem em salas de ensino normalmente equipadas com tecnologia e melhor ajustadas.

Durante a definição dos requisitos do novo sistema, os autores optaram por minimizar a carga cognitiva adicional dos alunos e permitir que os professores se sentissem naturais, idealmente como em uma aula presencial padrão sem uso de videoconferência. Alguns dos requisitos funcionais do sistema desenvolvido foram:

- o professor fala aos alunos verbalmente;
- o professor pode usar uma tela de apresentação ou um quadro interativo;
- o intérprete pode ouvir o professor e os estudantes;
- todos os participantes se veem e também podem ver o conteúdo da apresentação ou do quadro interativo;
- os alunos podem sinalizar ou falar verbalmente;
- tanto o professor quanto o intérprete se veem e se ouvem de forma legível
- os alunos podem "levantar a mão" virtualmente no ambiente;
- tanto o professor quanto o intérprete podem moderar a discussão, dando a palavra a qualquer aluno da videoconferência;
- a interface do usuário deve incluir uma visão de todos os participantes, incluindo a auto-visualização e a tela de apresentação ou o quadro branco (no caso da visão do intérprete),
- todos os participantes são capazes de reconhecer decisões de moderação;
- o usuário pode reorganizar as janelas e redimensioná-las.

A figura 3.1 mostra a janela de diálogo do CoUnSiL após sua execução. É solicitado para o usuário digitar seu nome, definir sua função na videoconferência em questão, podendo ser aluno, professor ou intérprete, e por fim selecionar a sala virtual. Configurações adicionais como selecionar câmera, microfone, linguagem do sistema, etc, podem ser feitas a partir de um arquivo de configuração JSON (*JavaScript Object Notation*).

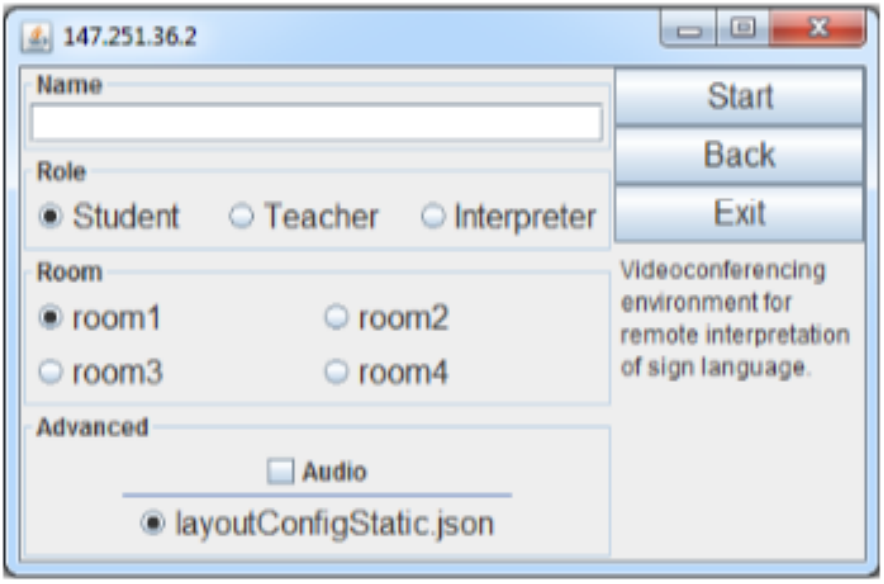


Figura 3.1: Janela de diálogo do cliente CoUnSiL. (Rusñák et al. 2016).

É possível notar que os autores optaram por fazer uso de uma interface de sistema padrão, abrindo mão de uma interface mais acessível para os estudantes surdos e até mesmo para os professores e intérpretes. Por exemplo, para usuários leigos em computação, efetuar uma configuração de câmera ou troca de saída de áudio é quase que inacessível, visto que esta etapa é realizada a partir de um arquivo de configuração JSON.

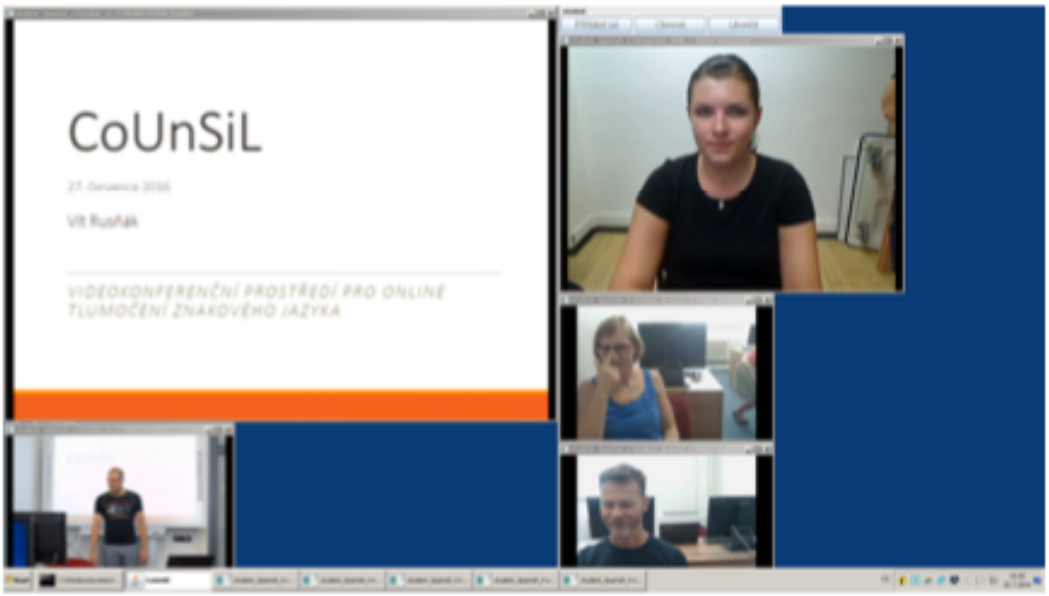


Figura 3.2: Captura de tela da interface do usuário do aluno. Superior esquerdo: conteúdo da apresentação; canto inferior esquerdo: visão do professor; quadrante superior direito: a visão do intérprete; quadrante inferior direito: visualizações dos alunos. O menu do aplicativo está acima da janela do intérprete. (Rusñák et al. 2016).

Na figura 3.2 é apresentada a interface principal do sistema. Nela é possível notar que existem dois tipos de componentes: janelas de conteúdo e um menu de aplicativo. As janelas de conteúdo incluem vídeos de todos os participantes e a tela de apresentação. Cada usuário - independentemente da função - tem auto-visualização disponível para poder se alinhar à visão da câmera. O menu do aplicativo está situado na borda superior e contém dois ou três botões de acordo com a função do usuário: Atualizar *Layout*, Sair e "Levantar a mão". As janelas de vídeo são inicialmente colocadas na posição padrão do sistema (geralmente em cascata). Os usuários podem clicar no botão Atualizar *layout*, que garante o posicionamento predefinido da janela de acordo com a descrição no arquivo de configuração do *layout*.

Os autores apresentaram algumas limitações do sistema, dentre elas a complexidade de utilizar a resolução de $1920x1080$ pixel (*Full HD*) durante a videoconferência, diminuindo a qualidade de experiência dos estudantes surdos.

Para avaliação desta solução os autores argumentaram que, devido ao baixo número de participantes, não foi possível realizar um avaliação formal dos usuário, sendo assim feito uma avaliação informal. Os autores utilizaram três formatos de avaliação. O primeiro consistiu em separar os estudantes e professor em uma sala de aula e o intérprete em

outra, ambas equipadas com aparelhos capazes de realizar o experimento. O segundo caso dividiu os estudantes em duas salas, ficando o professor em uma delas, e o intérprete em uma terceira sala. E por último, foi feita a avaliação mais próxima do real que consistia em utilizar um intérprete remoto e professores e estudantes em uma sala de aula.

Nos resultados, uma boa resolução de vídeo se mostrou necessária, visto que os usuários reportaram dificuldade de leitura das apresentações que continham uma leitura mais densa. Outro ponto importante discutido foi a possibilidade de esconder a câmera dos estudantes não participativos, diminuindo assim o número de fontes de pertubação. Entretanto, os resultados se mostraram negativos, enaltecendo a importância de manter a câmera de todos os estudantes, possibilitando ao professor e ao intérprete uma visão instantânea do que os alunos estão fazendo. Com isso o intérprete poderá contextualizar melhor a aula, melhorando a experiência do estudante surdo.

No que diz respeito ao posicionamento das janelas de vídeo dos participantes, os autores optaram por deixar o usuário livre para redimensionar as janelas. O argumento foi que o ajuste automático confundia os usuários, visto que era efetuado toda vez que alguém entrava na videochamada, reiniciando as configurações feitas pelo usuário. Entretanto, a interface não apresenta nenhum suporte de como esses ajustes podem ser feitos, fazendo com que o usuário não perceba ou não saiba como efetuar tal alteração.

A funcionalidade de "Levantar a mão" se mostrou eficiente. Quando um aluno pressiona o botão de levantar a mão, seu fluxo de vídeo é emoldurado com a cor vermelha. O quadro pisca três vezes e permanece imóvel por mais 20 segundos. Com isso o professor ou o intérprete poderá dar a vez da fala para o estudante, garantindo maior participação durante a aula.

3.2.2 *ClassInFocus: Enabling Improved Visual Attention Strategies for Deaf and Hard of Hearing Students*

O trabalho de (Cavender et al. 2009) denominado *ClassInFocus* tem por objetivo principal reduzir a dispersão visual, trazendo os componentes da sala de aula para uma só tela digital, possibilitando um melhor gerenciamento da atenção visual e ao mesmo tempo, permitindo oportunidades para acomodação remota. Os alunos surdos devem conciliar sua atenção visual nas configurações atuais da sala de aula, gerenciando muitas fontes visuais de informação como professor, intérprete ou legenda, slides ou quadro branco, o que pode acarretar na perda de informações importantes durante a aula quando os estudantes olham para o lugar errado na hora errado. A solução proposta por (Cavender et al. 2009) é de unir as informações visuais em uma só tela, detectando de forma automática as alterações importantes na sala de aula e notificando visualmente os alunos sobre essas alterações.

Com o avanço da tecnologia nas salas de aula, novas fontes de informações surgem. Além do instrutor e de outros colegas de classe, os alunos recebem informações de slides, quadros brancos, vídeo, computadores pessoais, folhetos e outros materiais. No caso dos alunos surdos, ainda podemos incluir a possibilidade da presença do intérprete, legendas em tempo real, ou até anotadores para alívio da carga visual de fazer anotações pessoais.

Segundo pesquisa dos autores, a dispersão visual é frequentemente citada como uma

das razões pelas quais os alunos surdos e com deficiência auditiva geralmente obtêm menos das aulas do que seus colegas ouvintes. Além disso, as legendas e a interpretação da língua de sinais podem dominar outros materiais visuais, fazendo com que os alunos surdos ou com deficiência auditiva não se beneficiem de todos os materiais da sala de aula.

Para o desenvolvimento das notificações do sistema *ClassInFocus*, os autores realizaram estudos preliminares sobre atenção perceptiva e interrupções visuais. Baseado nisso, eles seguiram algumas *guidelines*, são elas:

- **Indicar Diretamente Alterações de Conteúdo:** As notificações colocadas sobre ou perto da área de interesse demonstraram ser igualmente eficazes e menos irritantes. Com isso, as notificações do sistema afetam apenas a janela para a qual será chamada a atenção.
- **Evitar Animações Supérfluas:** Trilhas animadas podem efetivamente guiar os usuários para destinos distantes em telas grandes, mas as dicas mostradas dentro ou perto do alvo são igualmente eficazes para alvos mais próximos. No sistema, foi escolhido animações ancoradas que só aparecem na janela de destino ou próximas a ela para reforçar a mensagem de que as notificações são meramente sugestões e não exigem atenção imediata.
- **Evitar alterar o *layout* da janela:** Alterar o *layout* da janela seria desorientador e pode destruir o fundamento estabelecido pelos alunos e membros da sala de aula online.
- **Evitar hardware adicional:** Pode-se pensar que as diretivas visuais poderiam aumentar negativamente a carga cognitiva de gerenciar informações visuais na tela e uma modalidade diferente, como os hápticos, seria mais apropriada.
- **Não distrair do foco atual:** Os autores optaram por evitar ao máximo desviar a atenção dos usuários durante a aula. As notificações são apenas sugestões de onde procurar e não devem obscurecer nenhuma janela que o usuário possa estar assistindo.

A partir da figura 3.3 podemos visualizar os três tipos de notificações adotadas no sistema. A figura 3.3a apresenta a interface da aplicação no estado padrão, sem nenhum evento de notificação acontecendo. Nela é possível notar quatro janelas, cada uma responsável por exibir um componente visual, são eles: intérprete, professor, legendas e slides. A figura 3.3b apresenta a notificação de borda que modifica cor da borda em torno de uma janela de interesse por alguns segundos. A figura 3.3c mostra o efeito da notificação denominada *Lightswitch*. Nela a janela inteira de interesse "apaga as luzes" diminuindo a janela em 75% nos primeiros 300*ms* e depois volta à opacidade normal em 1200*ms*. Na figura 3.3d podemos notar a animação *Wiggle* que faz a janela de interesse saltar duas vezes.

Para avaliação da proposta, os autores optaram por utilizar uma palestra pré-gravada, e também gravaram um intérprete profissional e executaram a gravação juntamente com a aula. Assim, o intérprete teve tempo para assistir à palestra, praticar sua interpretação antes da sessão de gravação e retomar qualquer parte da interpretação que julgasse que poderia ter sido melhor. Os autores utilizaram a escala de Likert (Vagias 2006) e perguntas

(a) *None* (b) *Border*

(c) *Lightswitch* (d) *Wiggle*

Figura 3.3: Notificações visuais do sistema *ClassInFocus*. (Cavender et al. 2009)

abertas para avaliar as preferências dos usuários. Além disso, utilizaram o sistema de rastreamento ocular Tobii para rastrear os movimentos oculares dos alunos. Também foi avaliado os efeitos no aprendizado através de perguntas sobre o conteúdo da palestra.

A figura 3.4 apresenta alguns dados importantes sobre os resultados do experimento. Primeiramente, podemos notar como os participantes organizaram as janelas dos componentes visuais. Além disso, também podemos perceber quais janelas foram mais observadas pelos participantes durante a aula. Segundo os resultados apresentados pelos autores, quase todos os participantes gostaram da possibilidade de posicionar as janelas da forma como queriam, ajudando a melhor configurar sua sala de aula. Entretanto, o sistema não possibilitou a mudança após o início da aula, o que deixou alguns participantes confusos e frustrados. Como esperado pelos autores, a maior parte do tempo era gasta no intérprete ou nas legendas e raramente no professor ou nos slides.

Os autores não trataram de questões em que exigiam interrupções dos alunos, como por exemplo dúvidas ou intervenções. Além disso, o fato de utilizar uma gravação do intérprete em vez de utilizar um ao vivo impossibilitou a avaliação de como seria o *feedback* do intérprete para o aluno surdo no sistema durante uma aula em tempo real. Com isso, não ficou explícito no trabalho como a interface do sistema ajudará os alunos surdos na hora de exercer sua autonomia na sala de aula. Este trabalho ficou mais concentrado em avaliar o foco do aluno durante a aula e como evitar que ele perca elementos visuais importantes.

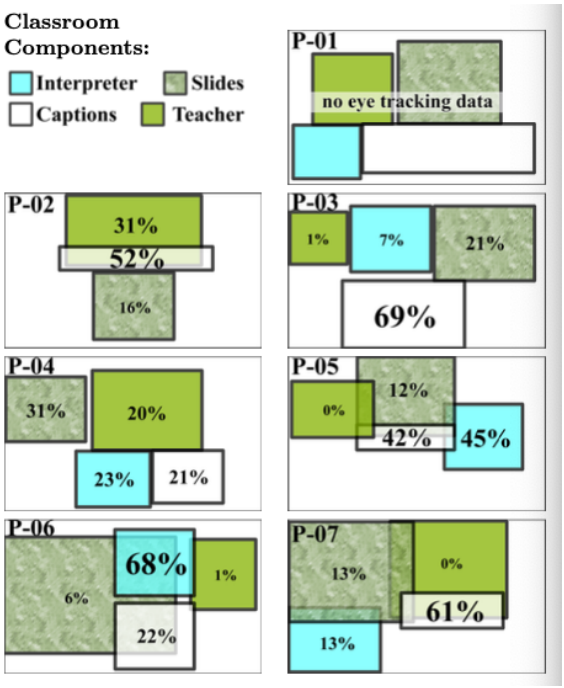


Figura 3.4: *Layouts* projetados pelos participantes mostrando o tempo de observação percentual nos componentes da sala de aula sobrepostos. (Cavender et al. 2009).

3.2.3 *An e-Learning System for the Deaf people*

(Drigas et al. 2005) propuseram um sistema de aprendizado, denominado *e-learning* que oferece vídeos na Língua de Sinal grega em um ambiente educativo. De acordo com os autores, esse sistema foi desenvolvido especialmente para adultos surdos, com objetivo de promover acessibilidade e igualdade de aprendizado para pessoas com deficiência auditiva permitindo-os aprender utilizando sua própria língua.

No *e-learning*, diversas necessidades especiais dos alunos surdos são abordadas, como por exemplo informações bilíngues (texto e língua de sinais), alto nível de visualização, aprendizado interativo e exploratório e possibilidade de aprendizado em grupos por videoconferência. A solução proposta é dividida em três níveis de usuários, são eles:

1. Professor
    - O professor tem a capacidade de anunciar o novo curso por *e-mail* ou via boletim da *web* (grupo de notícias, equipe de discussões);
    - Além disso, o professor é capaz de sair das janelas do curso e por intermédio de um link especial procurar material adicional para um entendimento melhor e mais completo;
    - Ele / ela também tem a capacidade de separar a turma em equipes menores durante o curso para realizar pequenos trabalhos e depois vincular a turma. Ele / ela pode fazer testes ou questões de consolidação e atribuir tarefas de casa;
    - Finalmente, o professor pode responder e anunciar as perguntas dos alunos por

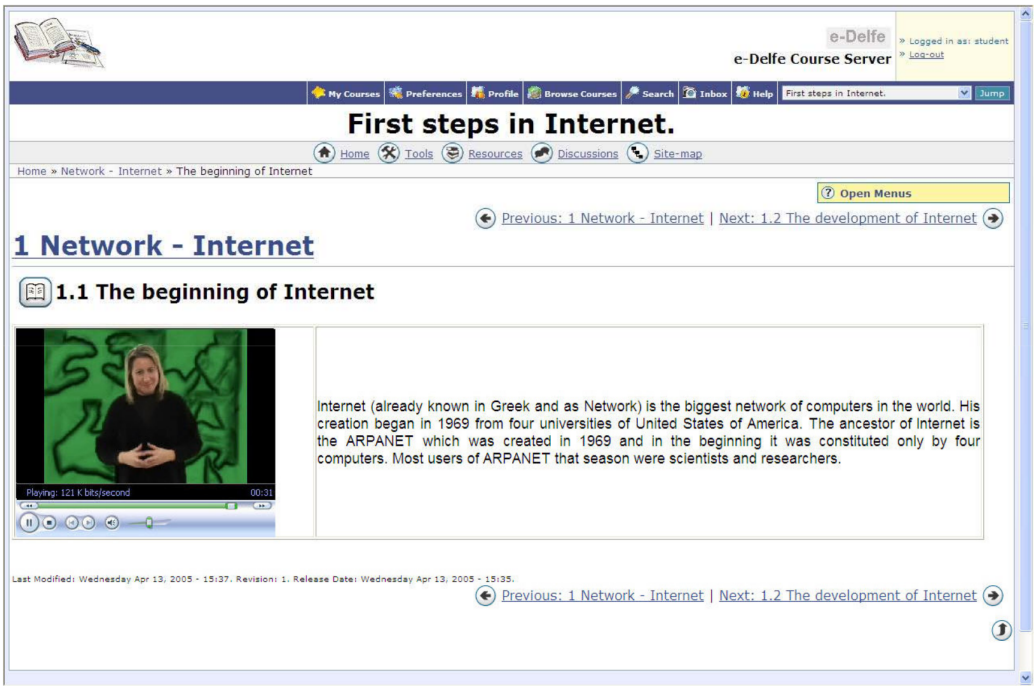


Figura 3.5: Interface do sistema *e-learning* do módulo do estudante. (Drigas et al. 2005).

meios de comunicação assíncronos (quadro de avisos na web, e-mail, bate-papo);

2. Aluno
   - O aluno pode se inscrever em uma série de cursos e adquirir uma senha e um sistema de rastreamento;
   - O aluno é capaz de fazer perguntas por intermédio de formulários da *web* funcionais ao professor ou à administração para obter detalhes técnicos com relação à operação do sistema;
   - Ele / ela pode acessar uma ajuda baseada na *Web* do sistema de *e-learning*;
   - Se o instrutor usar termos ou terminologias difíceis de entender, o aluno poderá pesquisar, por meio de links especiais em um dicionário especial, relatórios concisos e explicações sobre o termo correspondente ou a terminologia correspondente.
   - Cada pergunta que o aluno enviar será comunicada por meio de um boletim especial na Web a todos os membros que participam da classe. Assim, o professor não é obrigado a repetir a pergunta do estudante;
   - O aluno tem o potencial de extrair informações seletivas do curso, criando seu próprio total de notas pessoais em formato eletrônico com links;
3. Administrador - O administrador coordena e gerencia o aplicativo *e-learning* por meio das ferramentas de administração. O administrador determina qual grupo de nível de usuário tem permissão para usar as ferramentas informativas e comunicações correspondentes. Além disso, o administrador pode se comunicar com o instrutor para manter-se informado sobre o andamento dos cursos dos instrutores.

O desenvolvimento do material educacional foi realizado observando às seguintes questões e princípios:

- Como o aluno aprende, quais são as necessidades e características especiais do aluno?
- Como o professor ensina?
- Como o processo educacional é avaliado?
- O que o aluno deve fazer para aprender?

Segundo os autores, o conteúdo fornecido ajuda no processo de aprendizagem dos alunos. Essa conclusão foi obtida por intermédio de exercícios que buscavam analisar o grau de entendimento das informções que lhes eram passadas. Ainda por meio destes, foi possível levantar críticas, sugestões e melhorias para trabalhos futuros. A Figura 3.5 apresenta a interface do módulo aluno do sistema *e-learning*, onde a janela do intérprete esta posicionada no canto esquerdo da tela ao lado do conteúdo textual respectivo.

3.2.4 *Pesquisa sobre acessibilidade das ferramentas de videoconferência em plataforma Web*

O trabalho de (Reinaldo Ferraz 2020) objetivou a avaliação de ferramentas *web* de videoconferência e reuniões virtuais já consolidadas no mercado, focando nos aspectos relacionas à apropriação de tecnologia pelos usuários e na identificação de problemas na interação e na interface. Para isso, o trabalho baseou-se em critérios de acessibilidade internacionalmente aceitos. Dentre as ferramentas testadas pelos autores, estão: Google Meet [1], Zoom [2], Microsoft Teams [3], Jitsi [4], WebEx [5] e BigBlueButton [6]. A escolha dessas ferramentas foi baseada na percepção de popularidade das soluções atualmente em uso para atividades de reuniões de trabalho, transmissão de aulas e seminários via *web* que possibilitam a interação comum entre participantes.

Para a realização dos experimentos, os autores fizeram uso de métodos de investigação tais como questionário, entrevistas e estudo de campo, com a participação de usuários em contexto real de uso e por meio de métodos de inspeção com especialistas. Os autores dividiram os participantes em diferentes perfis de usuário baseado no tipo de deficiência a sera avaliado. O primeiro perfil foi relacionado à operação somente por teclado. Esse perfil buscou avaliar pessoas com deficiência motora. Como nenhum dos participantes portavam essa deficiência, os autores simularam a realização da atividade, forçando os participantes desse grupo a realizarem as tarefas do experimento sem o uso de *mouse* ou *trackpad*, ou seja, toda a navegação deveria ser feita por teclado. Com isso os participantes sem deficiência se colocaram no lugar de um usuário com perfil de deficiência

[1] https://meet.google.com
[2] https://zoom.us
[3] https://teams.microsoft.com
[4] https://meet.jit.si
[5] https://www.webex.com
[6] https://bigbluebutton.org

motora, ressalvando-se a limitação da empatia nesse sentido. O segundo grupo objetivou a avaliação de pessoas com deficiência visual. Dentre os participantes desse grupo, alguns não possuíam a deficiência, sendo necessário realizar a navegação com o monitor desligado, além da utilização de *software* leitor de tela. O terceiro grupo envolveu pessoas com deficiência auditiva, sendo usuários surdos ou com baixa audição. No total foram 64 avaliações de 32 avaliadores diferentes. A divisão ficou:

- 46,88% avaliaram com o perfil de navegação somente por teclado
- 37,50% avaliaram com o perfil de navegação por leitor de tela
- 15,63% avaliaram com o perfil sem áudio

Em relação ao tipo de deficiência, os avaliadores declararam o seguinte:

- 42,19% não têm deficiência
- 34,38% com deficiência visual total (cegueira)
- 3,13% com deficiência visual parcial (baixa visão)
- 15,63% com deficiência auditiva total (surdez)
- 4,69% com deficiência auditiva parcial (baixa audição)

Para o experimento, cada participante executou uma lista de tarefas na solução que lhe foi sorteada. As atividades escolhidas basearam-se em critérios de usabilidade, assim como tarefas comuns de qualquer reunião ou aula online com interação entre os participantes. As atividades foram realizadas em um computador (*desktop* ou *notebook*). Os participantes contaram com a presença de um facilitador que auxiliou na condução das tarefas na medida que foi solicitado. Além disso, também foi permitido o uso de recursos externos à reunião por conta própria para as pessoas com deficiência auditiva. Alguns deles comentaram que sentem-se mais confortáveis com o uso de intérprete de Libras e outros com ferramentas de transcrição. No fim da realização das tarefas, os participantes responderam um questionário relatando sua experiência na ferramenta de videoconferência sorteada. O questionário final foi dividido em quatro categorias principais, são elas: Acessando a ferramenta, Interagindo na plataforma, Compreensão da apresentação e Saindo da reunião.

A figura 3.6 apresenta os resultados referentes às questões sobre acesso à ferramenta. Os autores puderam concluir que os participantes que navegaram somente por teclado tiveram menos dificuldades para ter acesso às ferramentas de videoconferência e aqueles que precisaram navegar com leitor de tela encontraram mais barreiras para entrar em reuniões. Além disso, os autores perguntaram aos avaliadores quais tipos de problemas eles obtiveram ao acessar a plataforma. Segundo eles, as principais dificuldades encontradas foram aquelas que solicitaram *login* e senha. Falta de rótulos ou destaque nos campos selecionados, em algumas ferramentas, também se mostraram problemas no quesito acessibilidade.

Na figura 3.7 é possível observar os resultados referentes à interação na plataforma. Os autores concluíram que pessoas que navegaram somente por teclado encontraram poucas barreiras para interagirem nas ferramentas. Entretanto, para os participantes com leitor de tela, as barreiras de interação ficaram acima da média.

Percentual de respondentes que marcaram "sim" em suas respostas	TOTAL (64)	Perfil de navegação por leitor de tela (24)	Perfil de navegação sem áudio (10)	Perfil de navegação somente por teclado (30)
Você conseguiu fazer o login na ferramenta?	84%	71%	60%	83%
Ao entrar na reunião, sua câmera já estava habilitada?	47%	17%	90%	53%
Você consegue perceber se seu microfone e/ou câmera estão habilitados?	88%	71%	70%	93%
Ao entrar na reunião, seu microfone já estava habilitado?	64%	46%	70%	67%
Você consegue habilitar e desabilitar o microfone?	91%	71%	80%	97%
Você consegue habilitar e desabilitar a câmera?	86%	71%	80%	87%

Figura 3.6: Quadro de resultados referente ao acesso à ferramenta (Reinaldo Ferraz 2020)

A figura 3.8, segundo os autores, mostrou que a compreensão do que acontece em uma reunião é o resultado mais difícil de ser alcançado durante a participação de pessoas com deficiência em reuniões *online*. Além disso, as pessoas com limitações visuais foram as que mais encontraram barreiras de compreensão e os que navegaram sem áudio encontraram menos dificuldades em comparação aos outros tipos de deficiência. Nessa categoria, os autores buscaram identificar se os avaliadores conseguiam compreender tudo o que se passava durante uma reunião. Os participantes foram questionados sobre a disponibilidade de acessar legendas durante a reunião na ferramenta. Algumas ferramentas permitem o uso de legendas, porém todas elas geravam textos em inglês. Alguns poucos conseguiram ativar a funcionalidade, apesar do texto em outro idioma. Após a apresentação foi perguntado aos participantes se eles conseguiram compreender tudo o que foi exibido na tela. Conseguiram compreender somente 4% dos participantes que navegaram por leitor de tela, 60% que navegaram sem áudio e 57% que navegaram por teclado. Em suma, os autores perceberam que a falta de descrição de imagens, áudio, audiodescrição e legendas é uma barreira para pessoas com deficiência visual e auditiva.

Percentual de respondentes que marcaram "sim" em suas respostas	TOTAL	Perfil de navegação por leitor de tela	Perfil de navegação sem áudio	Perfil de navegação somente por teclado
Você consegue interagir por áudio e/ou vídeo com o apresentador e os demais participantes?	94%	71%	90%	100%
Você consegue enviar mensagens por chat?	97%	75%	90%	100%
Você consegue sinalizar de alguma forma que quer se manifestar durante a reunião (por exemplo, ações como "levantar a mão" durante a reunião)?	61%	38%	60%	77%
Você consegue acessar a lista de participantes da reunião?	83%	67%	90%	77%
Você consegue acessar os links enviados pelo chat?	67%	50%	90%	60%
Você consegue compartilhar sua tela?	86%	67%	80%	90%

Figura 3.7: Quadro de resultados referente à interação na plataforma (Reinaldo Ferraz 2020)

No fim, os autores questionaram se os participantes conseguiam sair da reunião por conta própria, sem a intervenção do apresentador. Dentre os 97% responderam que sim, 75% pertencem ao perfil de navegação por leitores de tela, 90% ao perfil de navegação sem áudio e 100% ao perfil de navegação somente por teclado.

Na figura 3.9 é apresentado os resultados do trabalho de (Reinaldo Ferraz 2020) com recortes por ferramenta.

Os autores concluíram que a participação em reuniões virtuais são desafiadoras para pessoas com deficiência e que apesar dos usuários conseguirem acessar uma reunião, eles têm dificuldades na compreensão e interação caso os organizadores e ferramentas não ofereçam acessibilidade. As legendas ao vivo, disponíveis em algumas ferramentas, em inglês também se mostrou um problema e que se fossem disponibilizadas em português poderiam auxiliar usuários com deficiência auditiva. Para aqueles que fazem uso de nave-

Percentual de respondentes que marcaram “sim” em suas respostas	TOTAL	Perfil de navegação por leitor de tela	Perfil de navegaçã o sem áudio	Perfil de navegação somente por teclado
Você consegue habilitar/desabilitar legendas?	19%	13%	40%	17%
Você consegue compreender tudo o que está sendo exibido na tela pelo apresentador?	38%	4%	60%	57%

Figura 3.8: Quadro de resultados referente à compreensão da apresentação (Reinaldo Ferraz 2020)

gação por teclado e por usuários de leitores de tela, ferramentas com as quais os usuários possuem pouca familiaridade e uso podem ser difíceis de operar por conta do desconhecimento de teclas de atalho. Outro ponto discutido foi a padronização nos elementos da interface, pois devido aos padrões distintos entre elas, deixando os usuários confusos. Além disso, pessoas com deficiência visual e auditiva tiveram problemas para participar e compreender os conteúdos da reunião quando o apresentador não intervia, por intermédio de leitura ou trocando mensagens no *chat*, para garantir a acessibilidade. Em suma, os autores afirmam que as ferramentas disponíveis precisam melhorar significativamente o quesito de acessibilidade quanto às facilidades de interação e compreensão pelos usuários, visto que, sem isso, a participação poderá ser comprometida, tornando a atividade de acesso às ferramentas inútil para o usuário com deficiência.

Resultado total por ferramenta (resposta sim)	Zoom	Google Meet	Jitsi	Microsoft Teams	WebEx	BigBlue Button
Você conseguiu fazer o login na ferramenta?	100%	78%	75%	80%	83%	92%
Ao entrar na reunião, sua câmera já estava habilitada?	13%	44%	83%	40%	67%	23%
Você consegue perceber se seu microfone e/ou câmera estão habilitados?	63%	100%	83%	100%	92%	85%
Ao entrar na reunião, seu microfone já estava habilitado?	50%	67%	75%	80%	58%	54%
Você consegue habilitar e desabilitar seu microfone?	88%	100%	83%	100%	92%	85%
Você consegue habilitar e desabilitar sua câmera?	88%	89%	92%	100%	100%	54%
Você consegue interagir por áudio e/ou vídeo com o apresentador e os demais participantes?	100%	100%	92%	100%	100%	77%
Você consegue habilitar/desabilitar legendas?	0%	67%	8%	30%	8%	8%
Você consegue compreender tudo o que está sendo exibido na tela pelo apresentador?	38%	44%	42%	50%	50%	8%
Você consegue enviar mensagens por chat?	88%	100%	100%	100%	100%	92%
Você consegue sinalizar, de alguma forma, que quer se manifestar durante a reunião (por exemplo, ações como "levantar a mão" durante a reunião)?	50%	22%	92%	100%	67%	31%
Você consegue acessar a lista de participantes da reunião?	75%	100%	50%	90%	92%	92%
Você consegue acessar os links enviados pelo chat?	13%	78%	83%	80%	50%	85%
Você consegue compartilhar sua tela?	75%	89%	92%	100%	83%	77%
Você consegue sair da reunião por conta própria?	88%	100%	100%	100%	100%	92%

Figura 3.9: Quadro de resultados com recortes por ferramenta (Reinaldo Ferraz 2020)

3.3 Considerações

Nesse capítulo foi apresentado o processo revisão quasi-sistemática desenvolvido nesta pesquisa sobre o tema do trabalho. Primeiramente foi estipulado um protocolo de revisão para nortear o processo de busca, seleção e classificação dos trabalhos. Os trabalhos foram selecionados de acordo com o protocolo e os mais relevantes passaram por um processo de descrição e análise crítica.

Tabela 3.2: Tabela de avaliação dos principais artigos

	(Rusñák et al. 2016)	(Cavender et al. 2009)	(Drigas et al. 2005)	(Reinaldo Ferraz 2020)	Solução Proposta
Interface customizável	X	X	Não Informado	-	X
Suporte para intérprete remoto (tempo real)	X	X		-	X
Interface adaptável ao tipo de usuário			X	-	X
Legendas ao vivo		X		-	X
Ferramenta de coleta de dados	Questionário	Questionário e Sistema Tobii	Questionário	Questionário	Questionário

Segundo a tabela 3.2, o primeiro aspecto avaliado foi a possibilidade da interface ser customizável, na qual o aluno surdo consiga escolher o *layout* que se sentir confortável. Segundo os trabalhos analisados neste capítulo, permitir que o estudante surdo customize ou altere a disposição dos componentes em tela é uma funcionalidade relevante. Como por exemplo, na figura 3.4, o participante P-02 optou pela não utilização do intérprete durante a aula, visto que ele já estava acostumado a assisti-las sem o suporte de interpretadores.

O segundo aspecto foi o suporte ao intérprete remoto, preferencialmente em tempo real. O fato do intérprete estar presente remotamente auxilia na autonomia do aluno surdo, visto que ele pode interagir melhor com o professor e com os outros alunos.

Um aspecto importante é a capacidade da interface se adaptar ao tipo de usuário, visto que em um ambiente de sala de aula temos diferentes perspectivas e interesses. Na perspectiva do Intérprete, por exemplo, provavelmente o seu foco será maior no professor e no aluno surdo no qual está recebendo o suporte, ou seja, a interface deve se adaptar para oferecer ao intérprete uma visão focada primariamente no professor e no aluno surdo em relação aos outros alunos ouvintes em sala de aula.

Sobre as legendas ao vivo, se mostrou uma funcionalidade importante tanto para os usuários ouvintes quanto para os usuários surdos em um ambiente de videoconferência. Segundo a tabela 3.2, além da solução proposta, apenas o trabalho de (Cavender et al. 2009) apresentou suporte para esse tipo de funcionalidade.

Em relação às ferramentas de coleta de dados utilizados, o questionário foi utilizado em sua maioria.

Para os itens relacionados à ferramenta, na tabela 3.2, o trabalho de (Reinaldo Ferraz 2020) não foi comparado aos demais, visto que ele não apresentou uma nova ferramenta, e sim uma pesquisa sobre as ferramentas de videoconferências comumente utilizadas nos dias de hoje.

A solução proposta, de acordo com a tabela 3.2, atende todos os pontos supracitados, sendo um diferencial em relação à trabalhos anteriores, oferecendo uma maior gama de funcionalidades de acessibilidade em um contexto de videoconferência.

Capítulo 4

Metodologia

A solução proposta aborda a construção de uma interface acessível de teleducação para surdos com o objetivo diminuir barreiras de acesso à informação, possibilitando trazer para a sala de aula a presença do intérprete remoto. Para isso, a solução envolve a adaptação da interface do sistema conhecido como *Video for Health* (V4H), descrito na seção 2.6. Dessa forma, a implementação se baseou na adaptação do código *open source* do V4H, alterando e adicionando componentes, fluxos e funcionalidades, focando-se apenas no *front-end* da aplicação, para suprir as necessidades da solução final proposta.

4.1 Protótipo Inicial

Para (Souza et al. 1999), um protótipo é uma aplicação, geralmente experimental e incompleta, que possibilita a avaliação das ideias de projeto durante o processo de criação da aplicação pretendida. Ele deve ser de baixo custo e seu tempo de vida não é definido. A partir do protótipo é possível retirar informações como a funcionalidade necessária do sistema, sequência de operação, necessidades de suporte ao usuário, comunicabilidade da aplicação, entre outros. Além disso, a prototipação faz parte do design interativo centrado no usuário, permitindo que os *designers* experimentem ideias junto a usuários e recebam seu *feedback*. Desta forma, esta é uma prática comum na avaliação da interpretação dos requisitos de *design*, alternativas de solução e das soluções propostas.

Com o objetivo de identificar as dificuldades enfrentadas pelos alunos surdos na prática na sala de aula, foi realizado um pré-teste a partir de um protótipo inicial, alterando a interface atual do V4H para suportar a presença de um intérprete remoto. O pré-teste foi realizado de forma informal e interna, contando com o auxílio de professores, alunos e intérpretes, que são possíveis tipos de usuários da solução final.

A figura 4.1 representa a interface principal na visão do aluno surdo. Na parte inferior esquerda será a região em que o intérprete será posicionado após fixá-lo na tela. Para a especificar região do intérprete, inicialmente foi projetado para atingir uma porção maior da tela, comparado aos outros participantes. A região central será ocupada pelo Professor, na qual ocupará o maior espaço disponível na tela. No lado direito da interface, a região dos participantes, nesse caso alunos, não foi alterada.

Durante a fase de prototipação, ao entrar na videoconferência, o aluno surdo será orientado a fixar o intérprete na interface. A figura 4.2 mostra a posição em que a opção

Figura 4.1: Visão principal do protótipo inicial na perspectiva do aluno surdo

de fixar o intérprete foi posicionada.

Os resultados obtidos e análise das dificuldades dos alunos surdos na prática servirão de base para o desenvolvimento da solução proposta final da interface, juntamente com as dificuldades encontradas na literatura, discutidas no capítulo 3.

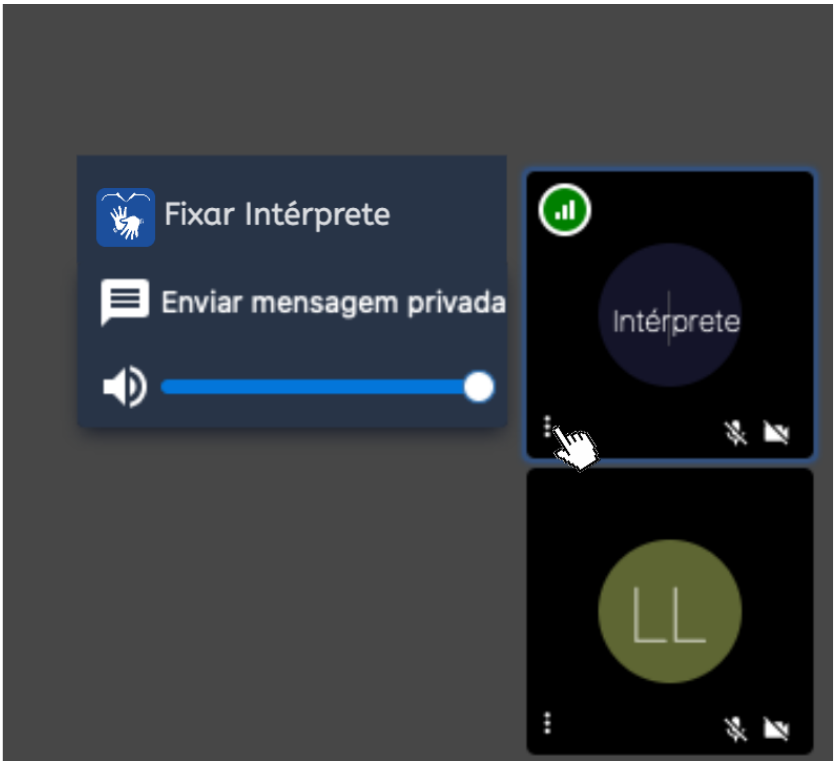


Figura 4.2: Opção de fixar o intérprete

4.2 Proposta Final

A partir dos resultados da fase de prototipação, algumas sugestões de melhorias surgiram, tanto em relação à interface quanto à usabilidade da solução proposta. A primeira delas foi em relação ao formato e proporção da janela de vídeo do intérprete. No protótipo, é possível visualizar na figura 4.1 a área destinada ao vídeo do intérprete possuía um formato retangular de proporção de 16x9 no modo retrato, porém as câmeras de vídeo mais comuns utilizadas em videoconferências pelo computador funcionam com uma proporção de 16x9 em modo paisagem. Com isso, os intérpretes ressaltaram que não seria possível efetuar determinados sinais que exigem um maior espaçamento horizontal, visto que o vídeo do intérprete, que em sua maioria é do tipo 16x9 paisagem, estava se ajustando à uma região de janela estabelecida pela altura e largura não compatíveis, fazendo com que o intérprete perdesse espaço de vídeo. Para solucionar este problema, a janela de vídeo do intérprete foi ajustada para ser compatível com a proporção 16x9 em modo paisagem, com dimensionamento de $400px$ de largura por $225px$ de altura. Com isso, o intérprete consegue realizar os sinais de forma que todo o sinal seja visível na janela de video.

Ao entrar na reunião o usuário deve inserir o seu nome, que será exibido para todos os participantes durante a videoconferência, como mostrado na figura 4.3. Caso o usuário for um intérprete, ele deverá marcar a caixa de seleção denominada "Sou intérprete". Com a opção selecionada, ao entrar na reunião, o intérprete possuirá uma *tag* no início do seu nome informando que ele é um intérprete presente na reunião, facilitando à identificação

Figura 4.3: Modal com campo de texto para inserção do nome

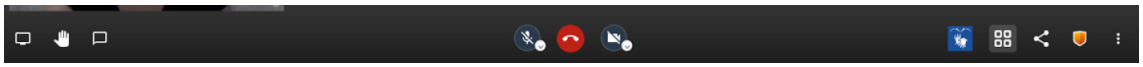


Figura 4.4: Controles principais do sistema

pelo usuário surdo. Com isso, ao fixar o intérprete, ele saberá quem é o intérprete presente na videoconferência.

O fluxo de seleção do intérprete pelo usuário foi alterado. No protótipo, como mostra a figura 4.2, para que o intérprete fosse fixado na janela inferior esquerda, o usuário deveria clicar no menu de contexto localizado na janela de vídeo do intérprete participante. Notou-se que este fluxo não estava de acordo com alguns princípios de usabilidade, visto que dificilmente os usuários do sistema reconheceriam a disponibilidade da funcionalidade, sem prévia orientação, pois estava de difícil acesso. Para a proposta final, foi criado um menu de acessibilidade, localizado na parte inferior direita do conjunto de controles principais da videoconferência, representado pelo símbolo de Libras, como mostra a figura 4.4.

O usuário ao clicar na opção de acessibilidade, representado na figura 4.5a, uma lista contendo os participantes é exibida, permitindo a ele selecionar, e fixar qualquer participante na região reservada para o intérprete, como ilustrado na figura 4.5b, tornando-o fixo durante a videoconferência, como visto na figura 4.5c. O aluno surdo poderá então habilitar o modo de visualização do intérprete ao selecionar o intérprete identificado pela *tag* e o seu nome. O fluxo para habilitar os recursos de acessibilidade pode ser visualizado na figura . Com apenas dois cliques do usuário, ele já poderá usufruir dos recursos acessíveis, tanto o modo intérprete quanto as legendas ao vivo. Para desabilitar o modo de visualização com o intérprete ou as legendas, o aluno deverá clicar no mesmo botão de acessibilidade e selecionar "Desabilitar Intérprete"ou "Desabilitar legendas", como mostra a figura 4.6. Com isso, a janela fixa do intérprete retornará para o conjunto de janelas de vídeo dos participantes. No caso das legendas, elas desaparecerão ao serem desativadas. No menu de acessibilidade, além da opção de habilitar intérprete, também é possível

habilitar legendas em tempo real, que será discutido na seção 4.2.1.

4.2.1 Legendas em tempo real

Uma importante funcionalidade discutida durante a fase de prototipação foi a adição de legendas em tempo real, juntamente com o autor da fala, durante a videoconferência. As legendas são importantes tanto para os usuários ouvintes quanto para os usuários surdos. Para os participantes ouvintes, podemos citar como exemplos de caso de uso um aluno que queira reforçar o que está sendo dito pelo professor, transcrevendo a fala para um caderno de anotações, ou até mesmo alguém que esteja com problemas no sistema de áudio do seu dispositivo no momento, poderá ativar as legendas e continuar acompanhando a aula. Para os alunos surdos, a importância das legendas surge em alguns casos de uso, como por exemplo na ausência do intérprete, além da leitura labial, ele poderá acompanhar o que o professor, ou outros alunos, está falando durante a aula por intermédio das legendas. Outro ponto é que o estudante surdo pode possuir uma preferência por legendas, por estar acostumado a assistir aulas assíncronas utilizando legendas, como foi o caso mencionado na pesquisa de 3.2.2. Além disso, existem surdos oralizados que preferem o uso de legendas em Português do que Libras. Em suma, essa funcionalidade permite trazer ao usuário maior suporte, oferecendo uma nova ferramenta auxiliadora durante a transmissão da videoconferência.

Atualmente, algumas ferramentas de videochamada oferecem suporte a legendas ao vivo, como por exemplo o *Google Meet* [1]. Também existem ferramentas online que podem ser integradas em sistemas de videoconferência como forma de *plugins*, como por exemplo o *Web Captioner*[2] que pode ser integrado na ferramenta de videochamadas do *Zoom*[3]. O Web Captioner é uma ferramenta de reconhecimento de voz baseada na web que exibe uma transcrição em tempo real no seu navegador. Ele se baseia na implementação do Google da *Web Speech API*[4], que fornece reconhecimento de voz rápido e preciso.

A figura ilustra como a funcionalidade foi incorporada no V4H por meio de uma arquitetura de alto nível. Para transcrição da fala do usuário para texto foi utilizado *Web Speech API*, mais precisamente a API de *Speech recognition*. Com isso, para realização dos experimentos foi necessário definir o navegador Chrome[5] como obrigatório aos usuários durante o experimento, para melhor funcionamento das legendas ao vivo. O reconhecimento de fala envolve a recepção de fala por meio de um dispositivo de entrada de áudio, no caso o microfone do usuário, que é então verificada por um serviço de reconhecimento de fala em relação a uma lista de gramática, para o caso em questão, da língua portuguesa. Quando uma palavra ou frase é reconhecida com sucesso, ela é retornado como resultado (ou lista de resultados) em forma de uma *string* de texto.

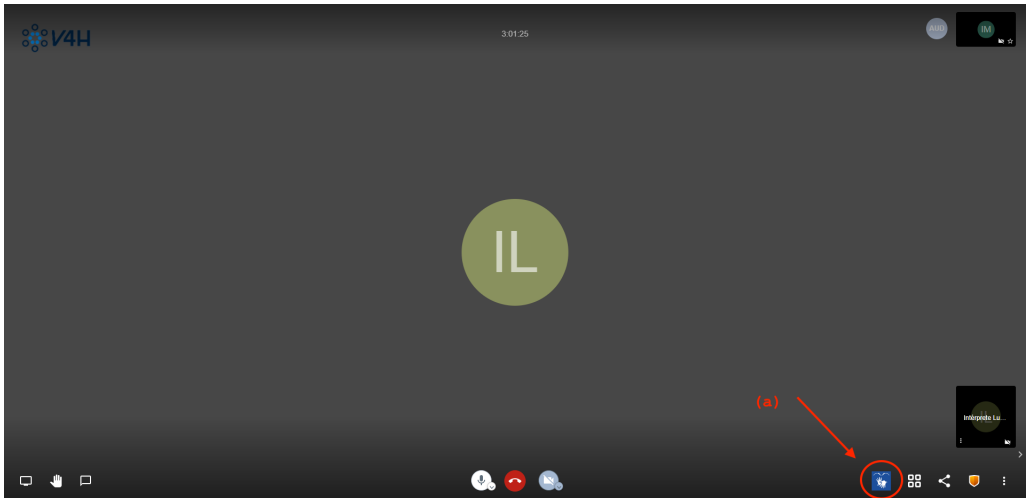
Na figura , o fluxo é iniciado pelo Usuário Falante. A voz é capturada pelo dispositivo de entrada de áudio e os seus dados são enviados para o *Speech Recognition* que então

[1] https://meet.google.com/
[2] https://webcaptioner.com/
[3] https://zoom.us/
[4] https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Speech_API/Using_the_Web_Speech_API
[5] https://www.google.pt/intl/pt-PT/chrome

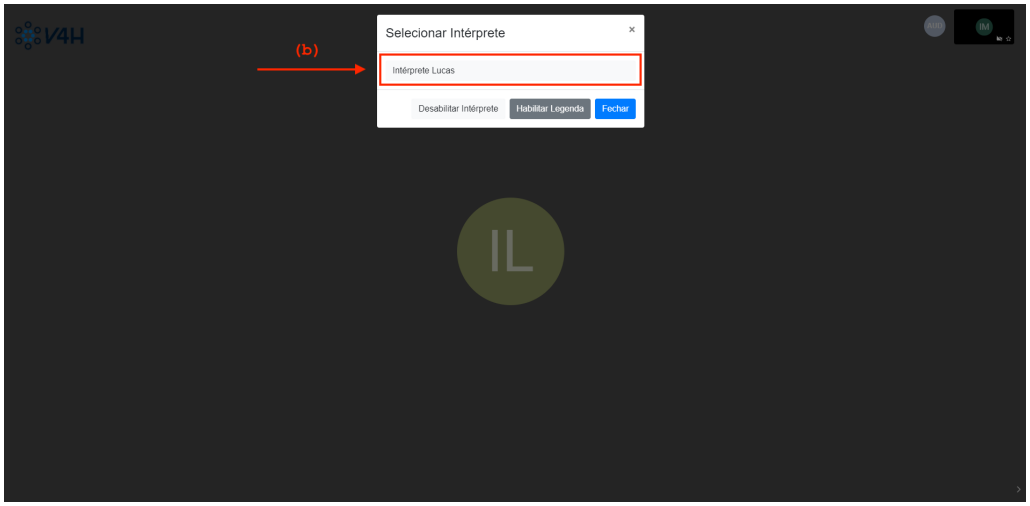
é transformado em texto, sendo armazenado localmente na Transcrição do usuário em forma de *string*, sendo então enviada para o módulo Gerenciador de Transcrição. Esse módulo, representado no algoritmo 1, recebe como entrada a legenda atual da videoconferência e a nova fala transcrita a ser adicionada, unindo os dois textos, formando a nova legenda. Durante esse processo, alguns tratamentos são realizados. Primeiramente é verificado quem é o atual interlocutor da videoconferência. Caso o Usuário Falante seja o atual interlocutor, sua nova fala transcrita é atualizada com o estado atual da legenda, finalizando assim o processo de atualização. Entretanto, caso o Usuário Falante esteja interrompendo a fala de outro participante ou interagiu após algum momento de silêncio, entre a nova transcrição e a atual é adicionado o símbolo de reticências, marcando uma pausa na fala anterior, e também a identificação do Usuário Falante, representada pelo nome dele entre colchetes. Caso a nova legenda gerada seja muito longa, por questões de otimização, as palavras no início da nova legenda, ou seja, palavras já visualizadas pelos participantes, são removidas. Após o processamento, a nova legenda é então enviada para o servidor, que então notifica todos os participantes da videochamada, por intermédio de um *WebSocket*, atualizando as legendas dos usuários.

Algoritmo 1: Módulo gerenciador de transcrição

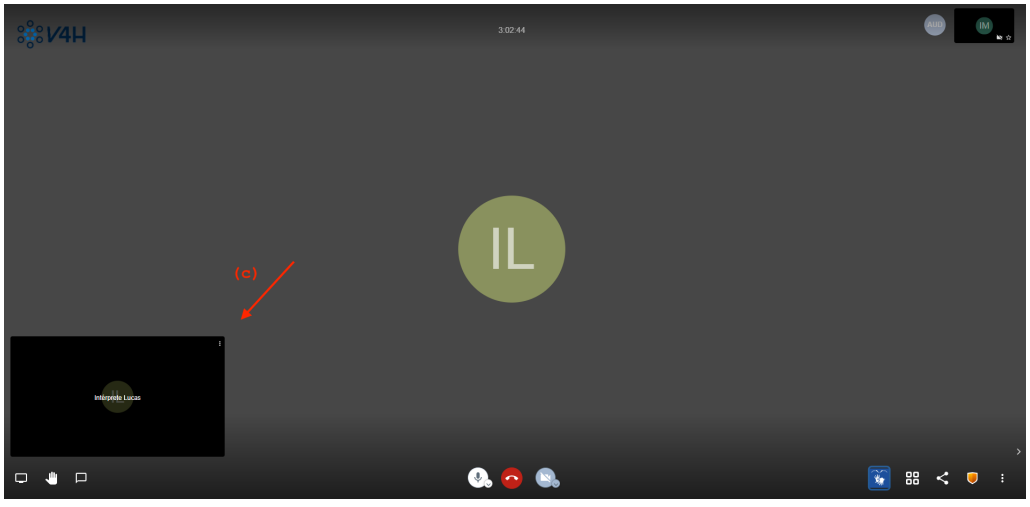
```
1  Input: transcricaoDoUsuario, legendaAtual;
2  Output: novaLegenda;
3  if legendaAtual.isEmpty() then
4  |   return [nomeDoUsuario] transcricaoDoUsuario;
5  end
6  if Participante local foi o último a falar then
7  |   if Participante voltou a falar após período de silêncio then
8  |   |   novaLegenda = legendaAtual ... [nomeDoUsuario]
   |   |     transcricaoDoUsuario;
9  |   else
10 |   |   Atualiza transcrição do participante na legendaAtual;
11 |   |   novaLegenda = legendaAtualAtualizada;
12 |   end
13 else
14 |   novaLegenda = legendaAtual ... [nomeDoUsuario] transcricaoDoUsuario;
15 end
16 if novaLegenda possui mais de 120 palavras then
17 |   Remove palavras excedentes do início da nova legenda;
18 |   return novaLegendaEncurtada;
19 else
20 |   return novaLegenda;
21 end
```



(a) Botão de gerenciamento dos recursos de acessibilidade



(b) Menu de acessibilidade, contendo as funções de habilitar ou desabilitar o modo intérprete e ativar ou desativar legendas ao vivo



(c) Modo Intérprete habilitado

Figura 4.5: Fluxo para ativar o modo intérprete

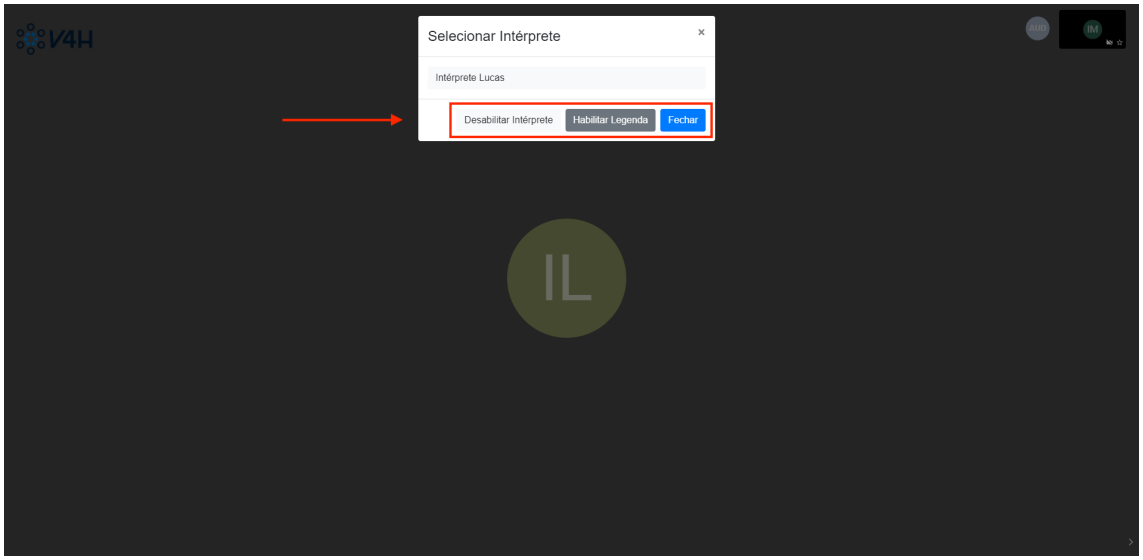


Figura 4.6: Controles do menu de acessibilidade

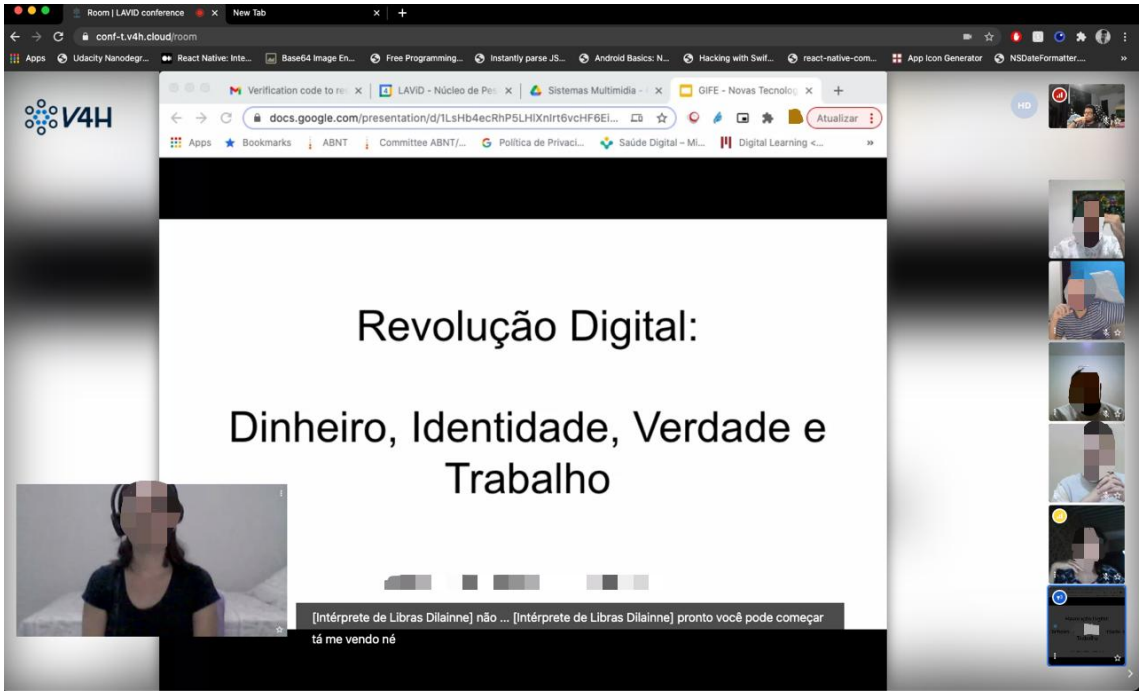


Figura 4.7: Exemplo de uso da funcionalidade de legenda em tempo real

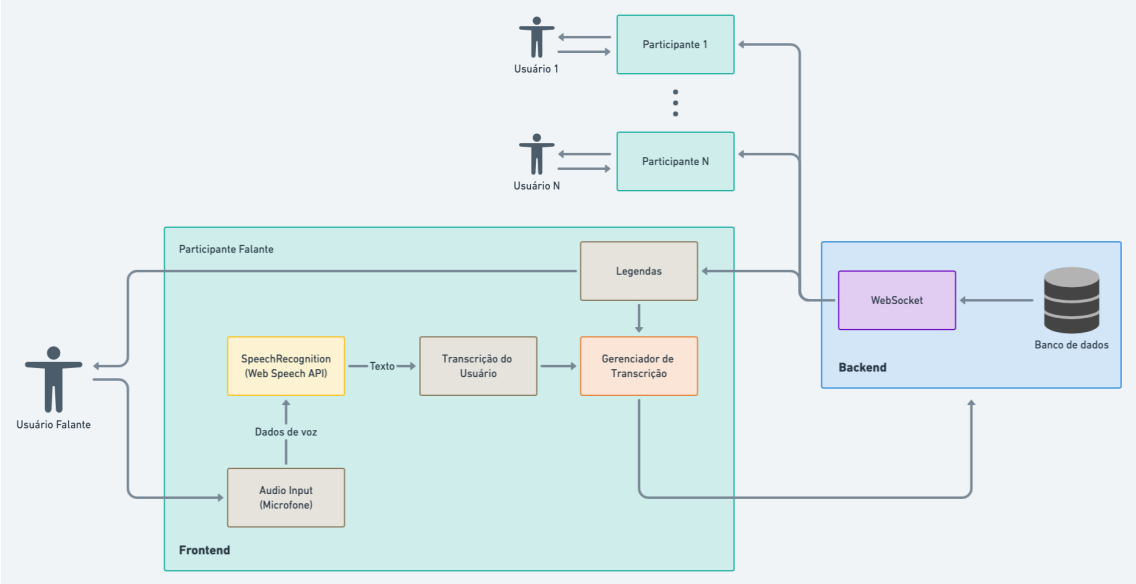


Figura 4.8: Arquitetura de alto nível do sistema de legendas em tempo real

Capítulo 5

Planejamento Experimental

Este capítulo apresenta um planejamento de experimentos que tem como objetivo avaliar a solução proposta. Experimentos, de acordo com (Wohlin et al. 2012), são investigações sistemáticas, abrangentes e regulamentadas, cujo objetivo principal é testar teorias ou hipóteses. Em geral, eles são executados em ambientes controlados, como laboratórios, e manipulam uma ou mais variáveis nesse ambiente, mantendo todas as outras em um ponto fixo.

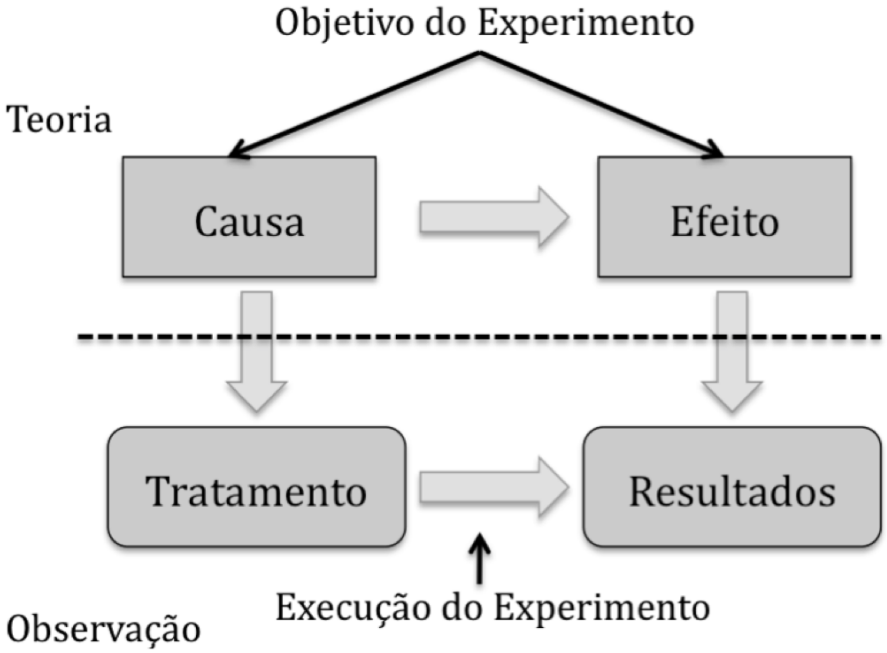


Figura 5.1: Visão Geral de um experimento baseado em Wohlin et al. (2012)

Com o objetivo de estruturar os elementos dos experimentos, neste trabalho é utilizado o processo definido por (Wohlin et al. 2012) para realização de estudos experimentais em cinco passos:

1. Definição
2. Planejamento

3. Operação
4. Análise e interpretação dos resultados
5. Apresentação dos resultados

Com isso, será possível estruturar os principais elementos do experimento a fim de permitir o foco no controle e nas variáveis significativas para a obtenção dos resultados.

5.1 Definição dos Experimentos

Esta seção apresenta uma definição de experimento que tem como objeto de estudo a a interface acessível gerada pela solução proposta com o propósito de analisar a usabilidade da interface acessível gerada pela solução proposta com foco na experiência dos usuários surdos em um ambiente de teleducação no contexto de estudantes surdos brasileiros avaliando a interface e usabilidade da solução proposta dentro de um ambiente controlado.

- **Objeto de Estudo:** O objeto de estudo é a interface acessível gerada pela solução proposta;
- **Propósito:** Avaliar a interface acessível gerada pela solução proposta com foco na usabilidade e na experiência dos usuários surdos em um ambiente de teleducação;
- **Foco de qualidade:** Nível de experiência do aluno surdo no tocante à teleducação a partir da solução proposta;
- **Perspectiva:** A partir do ponto de vista dos alunos surdos brasileiros;
- **Contexto:** Alunos surdos brasileiros avaliando a interface e usabilidade na teleducação dentro de um ambiente controlado.

Resumidamente, temos:

- Análise da interface acessível gerada pela solução proposta;
- Com o propósito de avaliação;
- Com respeito ao nível de experiência do aluno em um ambiente de teleducação;
- A partir do ponto de vista dos alunos surdos brasileiros;
- No contexto de alunos surdos brasileiros avaliando a interface e usabilidade dentro de um ambiente controlado.

5.2 Planejamento dos Experimentos

5.2.1 Seleção de Contexto

Será conduzido em uma sala de videoconferência, com um conjunto de alunos sendo pelo menos um deles surdo, um intérprete e um professor.

5.2.2 Formulação da Hipótese

Informalmente, a hipótese formulada foi:

- A experiência e usabilidade de um usuário surdo no ambiente da teleducação pode ser melhorada a partir da utilização da interface proposta.

A partir da definição informal, podemos derivar uma definição formal da hipótese, definindo as medidas necessárias para avaliá-la.

1. **Hipótese nula** H_0: A solução proposta não melhorará a experiência e usabilidade do usuário surdo no âmbito da teleducação

$$\mu_{experiência}(CIP) = \mu_{experiência}(SIP) \tag{5.1}$$

Hipótese alternativa H_1: A solução proposta melhorará a experiência e usabilidade do usuário surdo no âmbito da teleducação

$$\mu_{experiência}(CIP) > \mu_{experiência}(SIP) \tag{5.2}$$

5.2.3 Seleção das Variáveis

A **variável independente** desse estudo é a utilização da interface da solução proposta durante uma aula. Podemos assumir os valores: (CIP) com a interface proposta e (SIP) sem a interface proposta. As **variáveis dependentes** são as variáveis de resposta aos diferentes valores ou tratamentos assumidos pela variável independente. No presente estudo, as variáveis dependentes são o nível de experiência e usabilidade do aluno surdo durante a utilização da interface.

5.2.4 Seleção dos Sujeitos

Os sujeitos (alunos) desse experimento serão dez alunos surdos voluntários e escolhidos por conveniência.

5.2.5 Projeto do Experimento

Seguindo os padrões de projetos de experimentos apresentados por (Wohlin et al. 2012), de acordo com a definição, hipótese e as medidas apontam que o projeto desta parte do experimento deve ser do tipo **um fator com dois tratamentos**, no qual o fator seria a utilização da interface da solução proposta e os tratamentos seriam as possíveis escolhas para esse fator: CIP ou SIP.

Os princípios gerais de projeto do experimento serão explorados da seguinte maneira:

- **Aleatorização:** No presente estudo, os participantes serão distribuídos de forma aleatória para cada tratamento. Com isso, cada sujeito irá avaliar apenas uma versão de cada, evitando influências da outra versão.

- **Balanceamento:** O experimento será balanceado, pois cada tratamento será avaliado pelo mesmo número de usuários.
- **Bloqueio:** Nenhuma abordagem sistemática de bloqueio será aplicada.

Para comparar os dois tratamentos, o teste estatístico a ser aplicado será o Teste t de *Student* (Jain 1990).

5.2.6 Instrumentação

Será realizada uma palestra de tema livre com duração média de 15 minutos. Cada sujeito receberá uma lista de tarefas a serem realizadas em uma solução que lhe foi sorteada. As atividades serão realizadas em um computador e no ambiente residencial ou de trabalho do usuário, ficando a critério dele, visto que o experimento será realizado à distância. Para realização do experimento do grupo CIP, foi obrigatório a utilização do navegador Chrome devido à algumas limitações do sistema de legendas ao vivo, discutidas na seção 4.2.1. Dado a natureza de uma solução de videoconferência, o intérprete poderá atuar como facilitador na condução das tarefas a medida que for necessário.

As tarefas, questionário e metodologia escolhidas foram baseadas no trabalho de (Reinaldo Ferraz 2020), descrito na seção 3.2.4, com o objetivo da utilização dos resultados para comparação como categoria SIP, ou seja, sem a interface proposta. O cenário deste experimento descreve um tipo de teste de usabilidade remoto, porém com tarefas focadas nos critérios de acessibilidade.

A solução a ser avaliada na categoria CIP, ou seja, com a interface proposta, será o sistema de videoconferências V4H adaptado com a nova interface acessível proposta nesse trabalho. Para o grupo SIP, sem a interface proposta, serão utilizados diferentes sistemas de videoconferências já existentes e consolidados, escolhidos e avaliados por (Reinaldo Ferraz 2020), que são: Google Meet, Zoom , Microsoft Teams, Jitsi, WebEx e BigBlueButton.

Ao término das tarefas, cada sujeito responderá um questionário descrevendo sua experiência na plataforma selecionada para ele. Com isso, as respostas desse questionário configuram coleta de dados quantitativos e qualitativos que serão discutidos e analisados com o objetivo de responder às questões abordadas no presente trabalho.

Capítulo 6

Execução do Experimento e Análise dos Resultados

Neste capítulo, será apresentado o experimento conduzido com o objetivo de avaliar a experiência e usabilidade do usuário surdo no cenário de teleducação. A motivação desse experimento é avaliar a hipótese levantada no Capítulo 1. Para validação da solução proposta, o experimento contou com a participação de 10 surdos, formando o grupo que avaliou a solução CIP, ou seja, a solução com a interface proposta. O segundo grupo, também com 10 surdos, foi avaliado por (Reinaldo Ferraz 2020), sendo seus resultados reutilizados para representar o grupo da solução SIP, ou seja, sem a interface proposta, que foi composto por sistemas de videoconferências já existentes e citados na seção 5.2.6. Como a pesquisa de (Reinaldo Ferraz 2020) envolveu outros tipos de deficiência, só foram utilizados os dados referentes às pessoas com deficiência auditiva para representação do grupo SIP.

Além da definição e planejamento dos experimentos, descritos no capítulo 5, neste capítulo será descrita a execução desse experimento, juntamente com as análises estatísticas e interpretação dos resultados obtidos.

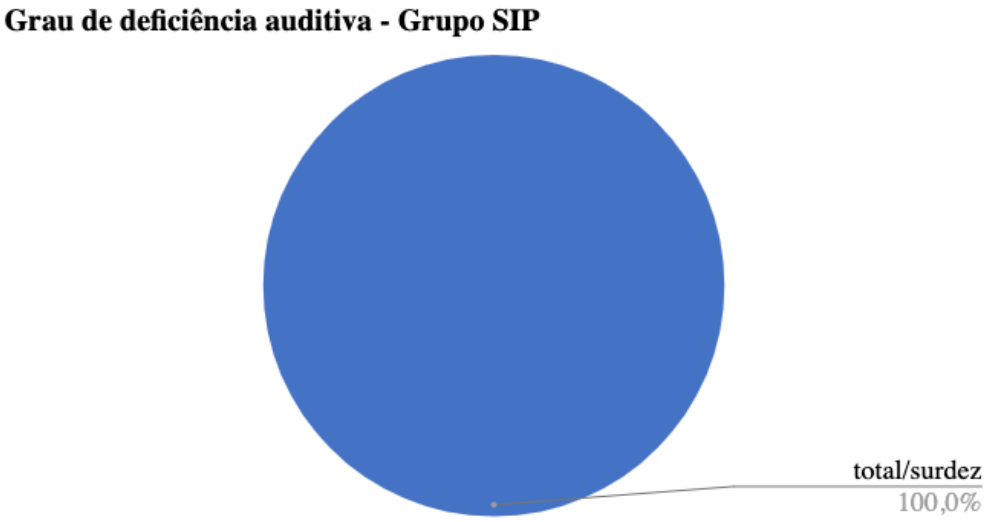
6.1 Perfil dos avaliadores

Os dois grupos de sujeitos totalizaram 20 pessoas surdas, sendo metade para o grupo CIP e outra metade para o grupo SIP, avaliado por (Reinaldo Ferraz 2020). Com relação ao grau de deficiência auditiva, a figura 6.1a mostra que 100% dos avaliadores do grupo SIP declararam possuir deficiência auditiva total. No grupo CIP, 80% dos participantes afirmaram possuir deficiência auditiva total e 20% deficiência auditiva parcial, como mostra a figura 6.1b.

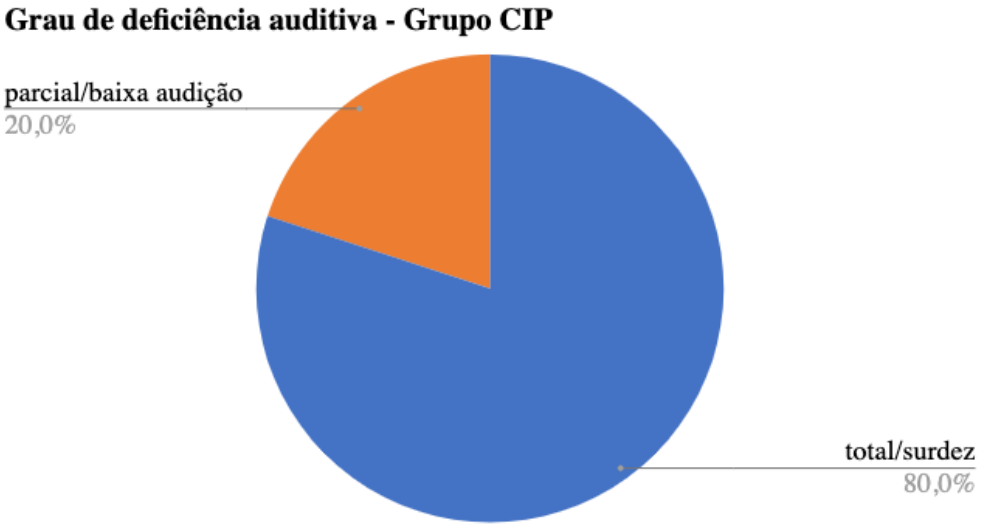
O grau de experiência dos avaliadores com acessibilidade digital também foi questionado. Neste quesito em específico, acessibilidade digital foi explicado à eles como sendo o uso de tecnologias assistivas utilizadas por eles para superar barreiras de acesso em sites e aplicativos no cotidiano. Dentre os participantes do grupo SIP, como mostra a figura 6.1a, 40% declararam ter nível avançado, 40% intermediário e 20% iniciante. Já no grupo CIP, 80% declararam ter nível avançado, 20% intermediário e nenhum iniciante, ilustrado na figura 6.1b. Essa questão é importante para mensurar o quão habilidosos os

participantes são em relação às tecnologias de acessibilidade digital.

Na figura 6.3, podemos visualizar os dados referentes ao tempo de uso da ferramenta, para o grupo SIP, sem a interface proposta. Na maioria dos participantes do grupo SIP, 80% deles, afirmaram conhecer pouquíssimo a ferramenta, menos de um mês; 10% alegaram conhecer há pouco tempo, ou seja, entre dois e seis meses; e por fim, os outros 10% afirma ser usuários por mais de um ano. Como o grupo CIP, com a interface proposta, avaliou uma nova ferramenta, este grupo não participou dessa pergunta da pesquisa (Reinaldo Ferraz 2020).

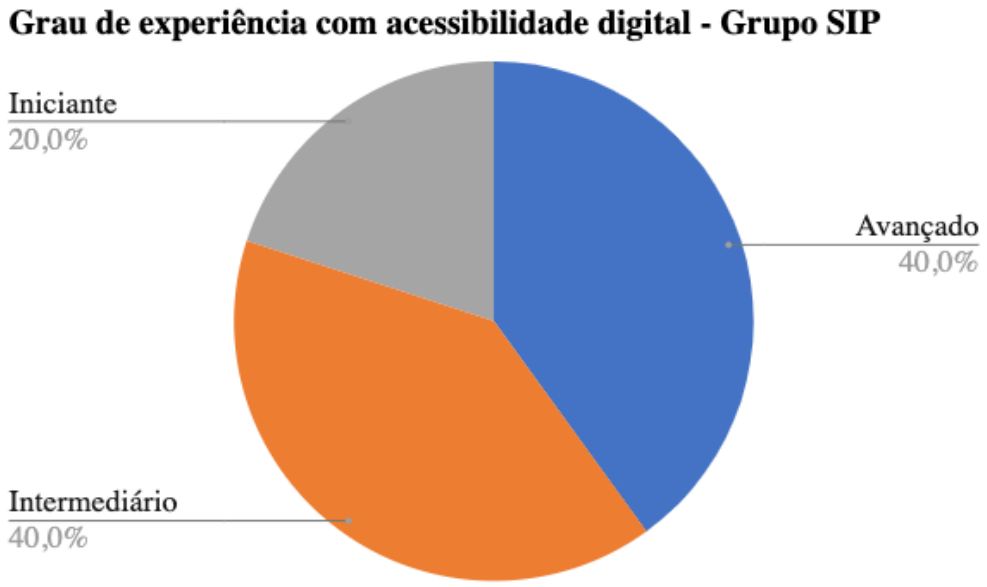


(a) Grupo SIP

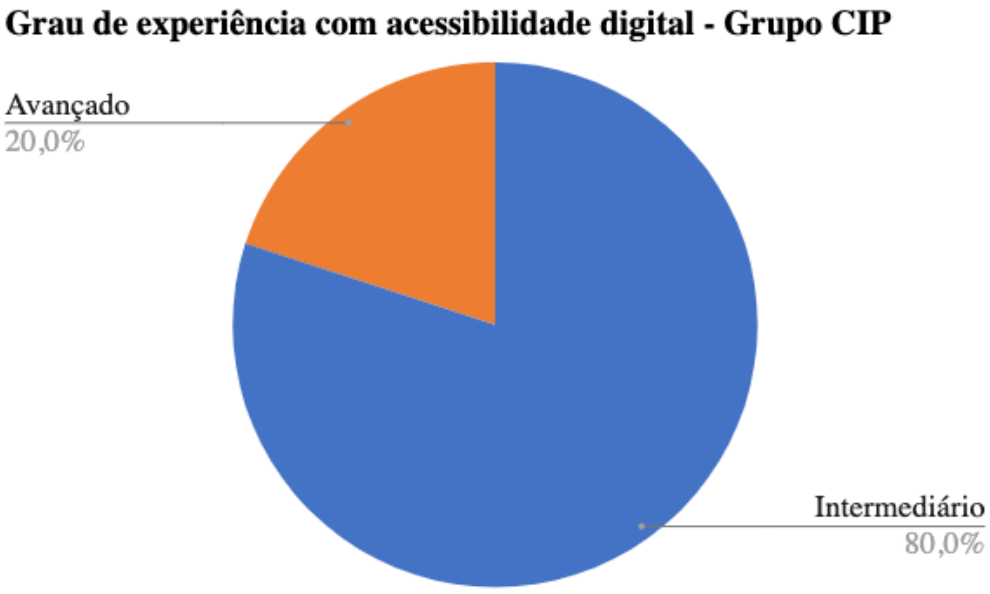


(b) Grupo CIP

Figura 6.1: Grau de deficiência auditiva dos sujeitos



(a) Grupo SIP



(b) Grupo CIP

Figura 6.2: Grau de experiência dos sujeitos com acessibilidade digital

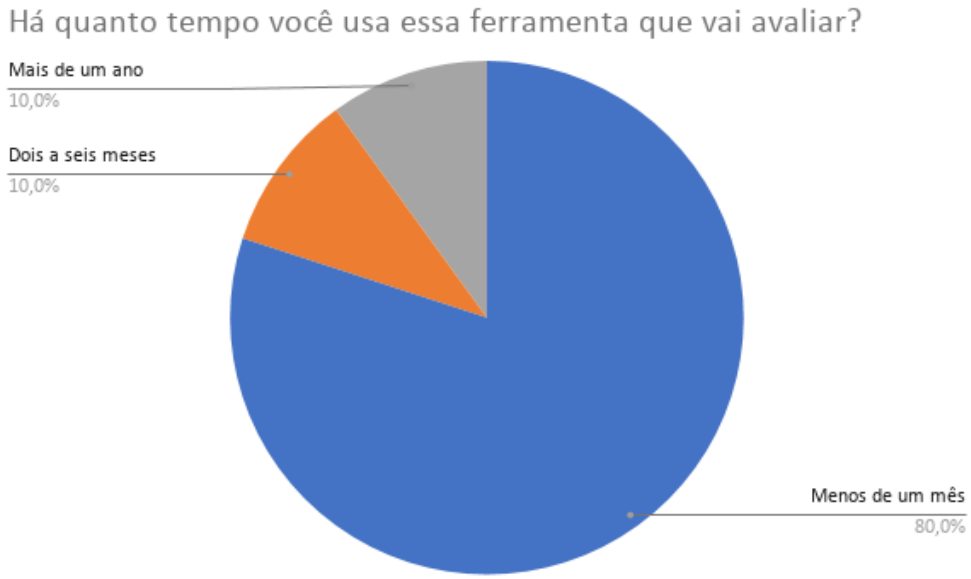


Figura 6.3: Tempo de uso para as ferramentas de videoconferência do grupo SIP. Adaptado de (Reinaldo Ferraz 2020)

6.2 Execução e Análise dos Resultados

O experimento para avaliação da usabilidade e experiência das ferramentas de videoconferência foi realizado à distância, ou seja, de forma remota, tanto para o grupo CIP quanto para o grupo SIP. No grupo SIP, cada participante recebeu uma lista de tarefas focadas nos critérios de acessibilidade e usabilidade a serem realizadas na solução que lhe foi sorteada. As atividades puderam ser realizadas no ambiente de escolha dos participantes, seja em sua residência ou ambiente de trabalho, em um computador. Da mesma forma, para o grupo CIP, o mesmo processo foi realizado, porém a ferramenta a ser avaliada foi a solução proposta, ou seja, com a interface acessível proposta. Devido ao contexto de uma solução de videoconferência, ambos os grupos foram levados a uma sessão de vídeo com a presença de um facilitador intérprete que o auxiliou na condução das tarefas na medida que se foi necessário.

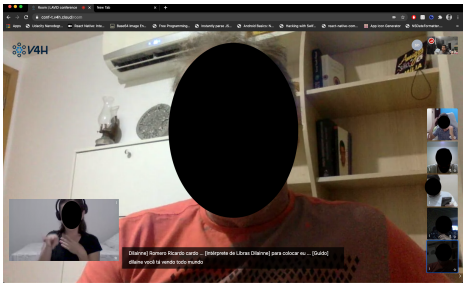
O grupo CIP, contendo 10 participantes, foi dividido em dois grupos e realizaram o mesmo experimento em dias diferentes devido ao conflito de horários disponíveis pelos participantes. O primeiro grupo contendo 5 participantes avaliou no dia 4 de março de 2021 e o segundo grupo com os outros 5 participantes foi avaliado no dia 15 de março de 2021. Algumas fotos deste experimento são apresentadas na figura 6.4. Da mesma forma, o grupo SIP, segundo (Reinaldo Ferraz 2020), foi dividido em uma agenda de reuniões na qual outras ferramentas de videoconferência selecionadas aleatoriamente foram avaliadas. As ferramentas foram escolhidas de acordo com a percepção de popularidade das soluções atualmente em uso para atividades de reuniões de trabalho e transmissão de aulas e seminários via *web* que permitam interação comum entre participantes, foram elas:

- Zoom: 1 participante no dia 11 de novembro de 2020
- Google Meet: 1 participante no dia 13 de novembro de 2020
- Jitsi: 2 participantes no dia 18 de novembro de 2020
- Microsoft Teams: 1 participante no dia 19 de novembro de 2020
- WebEx: 3 participantes no dia 25 de novembro de 2020
- BigBlueButton: 2 participantes no dia 26 de novembro de 2020

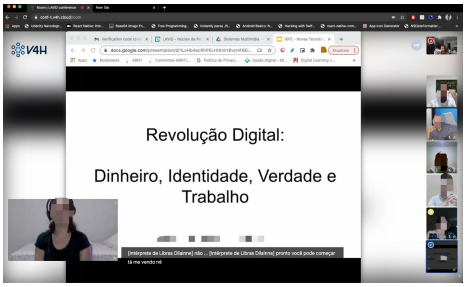
Os participantes do grupo SIP puderam fazer uso de recursos externos à reunião por conta própria, simulando cenários de uso do cotidiano para essas ferramentas. Dentre eles, alguns mencionaram se sentir mais confortáveis com a presença de um intérprete de Libras durante a videoconferência e outros, com ferramentas auxiliadoras de transcrição, como *WebCaptioner*. Além disso, eles alegaram ter dificuldades na compreensão quando os outros participantes deixam a câmera desligada, pois fazem uso de leitura labial como forma de suporte na captação do que os demais falam (Reinaldo Ferraz 2020).

Após a apresentação e realização das tarefas, os usuários foram convidados a responder um questionário relatando sua experiência, contendo perguntas objetivas e subjetivas focadas nos critérios de acessibilidade e usabilidade. O questionário utilizado no experimento pode ser visualizado no apêndice D.

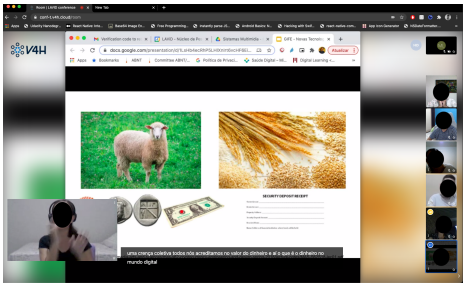
Na tabela 6.1 é possível visualizar os resultados do questionário para as respostas objetivas referentes à usabilidade e acessibilidade do sistema. Nessa tabela, a porcentagem



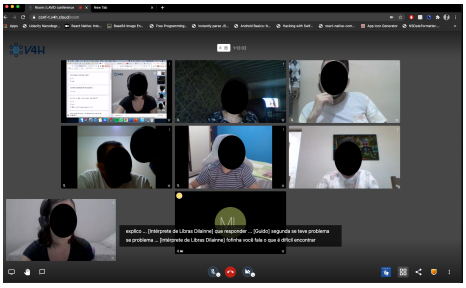
(a) Fase de preparação dos usuários para a realização do experimento



(b) Início da Palestra realizada na primeira fase do experimento



(c) Palestra sendo realizada durante a primeira fase do experimento



(d) Alguns usuários do experimento preenchendo o questionário final

Figura 6.4: Algumas fotos de um dos experimentos realizados do grupo CIP

indica o percentual de participantes que responderam "sim" para cada pergunta feita, ou seja, aqueles que obtiveram sucesso na realização das tarefas solicitadas.

Para as perguntas referente ao acesso à plataforma e primeiro contato, rotuladas de 1 a 7 no questionário presente no apêndice D e também na tabela 6.1, o grupo SIP teve um pouco mais de dificuldades ao fazer *login* na ferramenta, sendo pouco mais da metade, 60%, que conseguiram entrar na plataforma sem nenhum problema. Segundo (Reinaldo Ferraz 2020) todos os participantes que reportaram dificuldades foi no momento de efetuar o login em suas contas para a plataforma em questão. Além disso, alguns apontaram problemas de acessibilidade devido à ausência de rótulos ou destaque nos campos selecionados para algumas ferramentas. O grupo CIP obteve um bom resultado no quesito login na ferramenta, visto que este passo foi simplificado, removendo a necessidade de criar uma conta na plataforma, requisitando apenas que o usuário digitasse o seu nome no momento que entrasse na reunião, como foi discutido na seção 4.2. Ainda na categoria de Acesso à plataforma, as questões 3, 4, e 7 obtiveram um desempenho parecido com uma diferença de 10% entre os resultados, sendo a pergunta 3 favorável ao grupo SIP, e 4 e 7 favorável ao grupo CIP. Ambos os grupos obtiveram 80% para a tarefa número 6, sobre habilitar e desabilitar o microfone. Para a pergunta de número 5, 70% do grupo SIP conseguiu perceber que o microfone estava habilitado ao entrar na reunião, e 90% do grupo CIP.

As questões referentes à interação na plataforma (8, 11, 12, 13, 14, 15 e 16) buscou-se identificar se os participantes conseguiam interagir com os demais participantes por meio da plataforma de videoconferência. Os resultados positivos e próximos entre os grupos,

sendo iguais ou com uma margem de 10% de diferença entre eles, exceto para a pergunta de número 12. Nela foi questionado se a pessoa com deficiência auditiva participante da videoconferência conseguiu sinalizar, de alguma forma, que gostaria de se manifestar durante a reunião. Essa funcionalidade é importante para reduzir barreiras de comunicação durante a videochamada, permitindo que o participante surdo possa interagir e declarar sua manifestação, como por exemplo uma dúvida ou algum comentário sobre o assunto da aula, fazendo com que ele sinta maior inclusão durante a videoconferência. Para as ferramentas sem a interface proposta (SIP), 40% dos participantes não conseguiram se manifestar de forma alguma. Para aqueles que obtiveram sucesso ao se manifestar, a maioria utilizou o recurso de "levantar a mão" quando disponível na ferramentas e uma minoria levantou a mão de forma física (Reinaldo Ferraz 2020). No grupo com a interface proposta (CIP), apenas 10% dos respondentes não conseguiram se manifestar de alguma forma. Da mesma forma do grupo SIP, no grupo CIP os participantes que conseguiram se manifestar durante a videoconferência utilizaram do recurso de "levantar a mão" disponível na interface proposta. Alguns também levantaram a mão fisicamente e outros utilizaram Libras. Apesar de a maioria das ferramentas avaliadas possuírem o recurso de "levantar a mão", algumas delas não estão de fácil acesso ao usuário surdo que não possui muita experiência em ferramentas digitais, o que pode ter causado essa diferença de 30% entre os grupos, sendo favorável ao grupo com a interface proposta.

Procurou-se identificar se os respondentes conseguiam compreender o que era apresentado e o que estava acontecendo no decorrer da videoconferência. Eles foram questionados, na pergunta 9, sobre o acesso e disponibilidade de legendas na plataforma avaliada, sendo solicitado que habilitassem a funcionalidade. No grupo SIP, algumas ferramentas permitem o uso de legendas, porém apenas em inglês, o que dificultou a compreensão para aqueles que tentaram utilizar a funcionalidade. Dentre os integrantes do grupo SIP, apenas 40% conseguiram ativar as legendas, mesmo estando em outro idioma. Ainda nesse grupo, na pergunta de número 10, foi questionado se eles conseguiram compreender tudo o que estava sendo exibido na tela pelo apresentador, sendo 60% das respostas positivas. Para (Reinaldo Ferraz 2020), a partir dos resultados, a compreensão do que acontece durante reuniões online é o objetivo mais difícil de ser alcançado para pessoas com deficiência nesse ambiente. Para o grupo CIP, 90% dos participantes conseguiram tanto ativar as legendas ao vivo em português quanto alegaram compreender o que estava sendo apresentado pelo professor. Além do fato de possuir legendas ao vivo em português, grande parte dos participantes conseguiram habilitar a funcionalidade, contribuindo para a uma maior compreensão do que estava acontecendo na reunião. Outro fator decisivo foi a presença de um intérprete real posicionado com um nível superior aos demais participantes durante toda a reunião. Com ele o aluno surdo teve a oportunidade de adquirir uma maior compreensão do que esta sendo passado durante a reunião, visto que a função do intérprete é repassar a informação de português falado para Libras. Além disso, o intérprete também atuou como uma ponte de comunicação de duas vias entre o aluno surdo e os demais participantes, incluindo o professor, o que ajudou na comunicação entre eles durante as participação dos alunos surdos na videochamada.

Para o grupo CIP exclusivamente, foi perguntado se os participantes conseguiram habilitar e desabilitar o intérprete durante a videoconferência, ou seja, fixá-lo na tela, des-

tacando o intérprete dos demais participantes, como descrito na seção 4.2. Como essa funcionalidade é exclusiva da solução proposta, ela não está presente na tabela 6.1 que compara os dois grupos. O resultado, ilustrado no gráfico da figura 6.5, foi bastante satisfatório, visto que 100% do grupo, composto de 10 pessoas com deficiência auditiva, obtiveram sucesso na realização da tarefa de selecionar e habilitar o intérprete na tela. Como todos os participantes conseguiram ter a presença visual do intérprete na tela durante a videoconferência, isso ajudou na diminuição das barreiras de comunicação e compreensão deles, o que foi refletido nos resultados apresentados em comparação ao outro grupo.

Figura 6.5: Porcentagem de participantes do grupo CIP que obtiveram sucesso ao habilitar e desabilitar o intérprete

Por último, na pergunta de número 18 foi questionado se os participantes conseguiam sair por conta própria da ferramenta de videoconferência. Os resultados foram positivos, sendo ambos os grupos apresentando um resultado de 90% de sucesso.

As perguntas referentes à acessibilidade, como mostra a figura 6.7, foram as que resultaram uma maior diferença entre os grupos. É possível observar que, para essas perguntas, a solução proposta obteve desempenho superior, mostrando o impacto dos elementos de acessibilidade inseridos na solução, quando comparado às outras ferramentas.

Para uma melhor compreensão da dispersão dos resultados do experimento, na figura 6.8 podemos visualizar um gráfico de caixa, ou *box plot*, gerado a partir dos resultados dos testes. A partir dele podemos visualizar graficamente, como se comporta a dispersão do conjunto de amostras do experimento realizado, a partir da mediana, primeiro e terceiro quartis da distribuição das amostras, além da identificação de amostras distantes do resto dos dados, conhecidos como *outliers*. Para essa representação seguiu a proposta de (Frigge et al. 1989) que define o bigode (*whisker*) superior como o comprimento da caixa (I), ou seja, a diferença entre o terceiro quartil ($Q3$) e o primeiro quartil ($Q1$), multiplicado por 1,5 e somado com o terceiro quartil. Para o bigode inferior, seguindo a mesma lógica, teríamos o comprimento da caixa multiplicado por 1,5 e subtraído com o primeiro quartil.

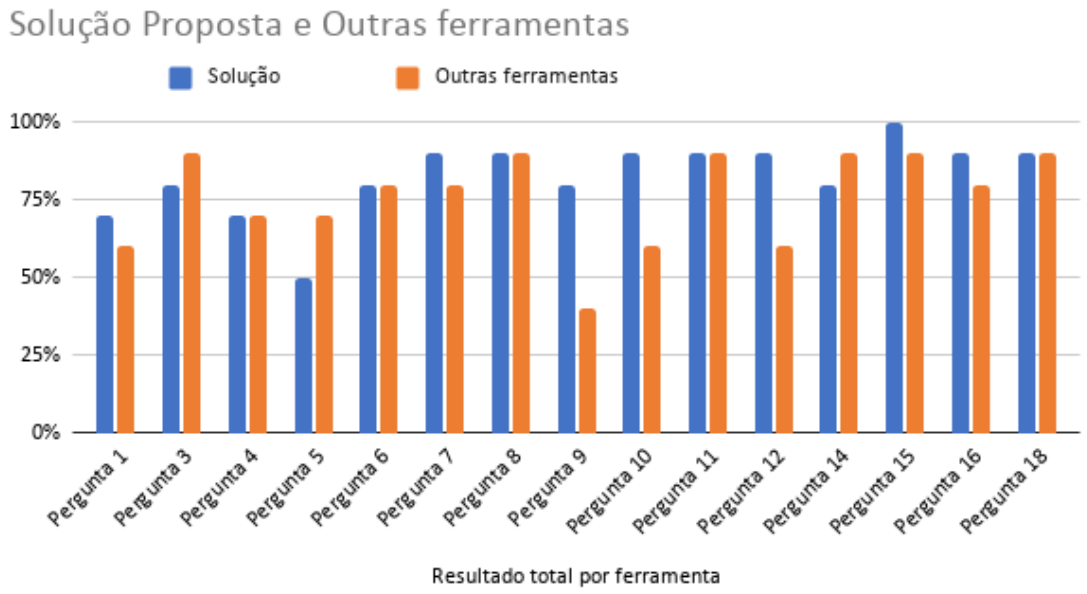


Figura 6.6: Gráfico comparativo entre os resultados dos dois grupos do experimento

Para o grupo da solução proposta (CIP), como apresentado na figura 6.8, os valores da mediana, do primeiro e terceiro quartil da distribuição foram, respectivamente, 93,33%, 86,67% e 93,33%. Isso significa que 50% dos usuários cumpriram com sucesso mais de 93,33% das tarefas solicitadas. Além disso, é notório que esse grupo foi menos disperso quando comparado ao outro grupo, concentrando a maioria dos seus resultados acima de 80%. Para essa distribuição, um *outlier* negativo foi identificado, representando um usuário que atingiu um sucesso de 60% nas tarefas propostas. Não podemos afirmar o que pode ter ocorrido com esse sujeito em específico, porém é provável que o nível de experiência em acessibilidade digital e uso de ferramentas online ou problemas em sua conexão com a Internet possa ter prejudicado seu desempenho nas atividades propostas.

Para o grupo das outras ferramentas (SIP), como ilustrado na figura 6.8, os valores da mediana, do primeiro e terceiro quartil da distribuição foram, respectivamente, 80%, 60% e 93,33%. Com isso, temos que 25% dos usuários atingiram um sucesso acima de 93,33% na realização das atividades sugeridas. Além disso, nenhum *outlier* foi identificado na distribuição, indicando que todos os participantes desse grupo obtiveram uma porcentagem de sucesso nas tarefas entre 50% e 100%.

Com o objetivo de testar a hipótese levantada neste trabalho, presente na seção 5.2.2, e verificar se existe diferença estatisticamente representativa em relação a experiência e usabilidade do usuário no contexto da teleducação entre os dois grupos, um *teste-t* foi aplicado sobre todo o conjunto de amostras, considerando um intervalo de confiança de 95% e 18 graus de liberdade, ou seja, número de amostras subtraído por 2 (10 + 10 - 2 = 18). Os resultados resumidamente estão apresentados na tabela 6.2

De acordo com a tabela 6.2, após a aplicação do *teste-t* foi obtido um *t*-valor maior do que o valor crítico com um intervalo de confiança de 95% e 18 graus de liberdade

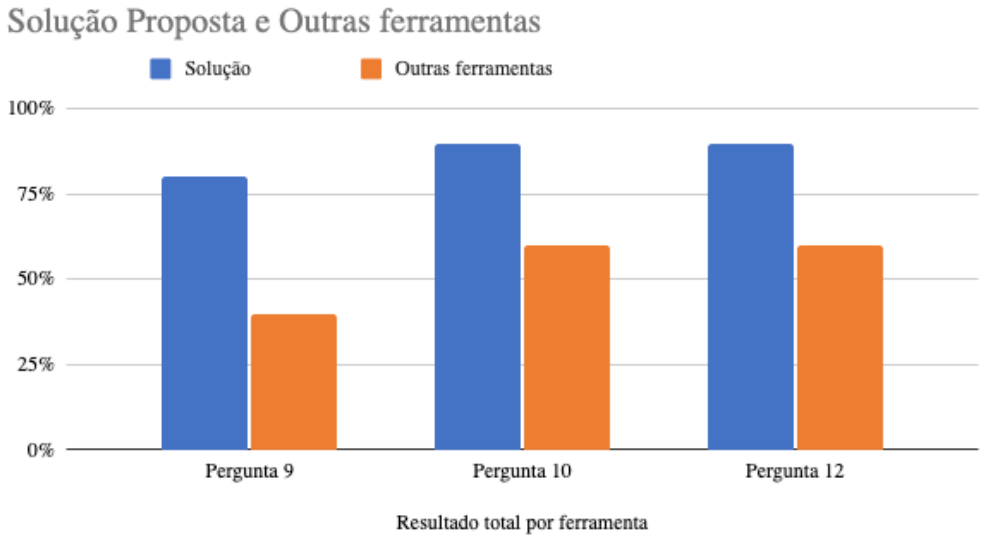


Figura 6.7: Gráfico comparativo entre os resultados referentes à acessibilidade dos dois grupos do experimento

($t_{0,0025,18}$). Com isso, podemos rejeitar a hipótese H_0 e afirmar que, com um grau de confiança de 95%, existe uma diferença significativa em relação à experiência e usabilidade do usuário surdo ao utilizar uma ferramenta de videoconferência com a interface proposta em detrimento ao uso das outras plataformas avaliadas, sem a interface proposta.

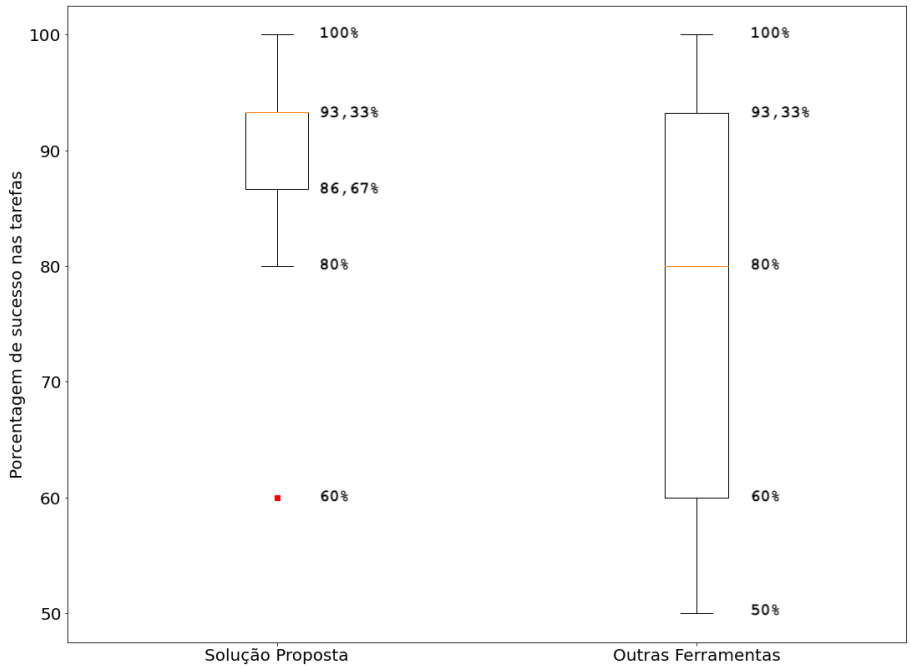


Figura 6.8: Gráfico de caixa ou *box plot* para análise do desempenho dos usuários nas ferramentas de videoconferência

Tabela 6.1: Tabela comparativa contendo o resultado total por ferramenta dos respondentes que marcaram "sim" em suas respostas objetivas

Pergunta	**Outras Ferramentas (SIP)**	**Solução Proposta (CIP)**
1. Você conseguiu fazer o login na ferramenta?	60%	90%
3. Ao entrar na reunião sua câmera já estava habilitada?	90%	80%
4. Você consegue perceber se seu microfone e/ou câmera estão habilitados?	70%	80%
5. Ao entrar na reunião seu microfone já estava habilitado?	70%	90%
6. Você consegue habilitar e desabilitar o microfone?	80%	80%
7. Você consegue habilitar e desabilitar sua câmera?	80%	90%
8. Você consegue interagir por áudio e/ou vídeo com o apresentador e os demais participantes?	90%	90%
9. Você consegue habilitar/desabilitar legendas?	40%	90%
10. Você consegue compreender tudo o que está sendo exibido na tela pelo apresentador?	60%	90%
11. Você consegue enviar mensagens por chat?	90%	90%
12. Você consegue sinalizar, de alguma forma, que quer se manifestar durante a reunião (por exemplo, ações como “levantar a mão” durante a reunião)?	60%	90%
14. Você consegue acessar a lista de participantes da reunião?	90%	80%
15. Você consegue acessar os links enviados pelo chat?	90%	100%
16. Você consegue compartilhar sua tela?	80%	90%
18. Você consegue sair da reunião por conta própria?	90%	90%

Tabela 6.2: Resultados do teste-t para a Hipótese 1

$\mu_{\text{experiência}}(CIP)$	88%	$\sigma_{\text{experiência}}(CIP)$	5,41%
$\mu_{\text{experiência}}(SIP)$	76%	$\sigma_{\text{experiência}}(SIP)$	14,96%
Grau de confiança (p-valor)	0,95	Graus de liberdade	18
t-valor	2,384	t-crítico ($t_{0,0025,18}$)	2,101

6.3 Considerações

Neste capítulo foram apresentados o processo de experimentação para a solução proposta, assim como as análises e discussões dos resultados obtidos. Com o objetivo de estruturar os elementos dos experimentos, esse processo seguiu a definição definida por (Wohlin et al. 2012) para realização de estudos experimentais em cinco passos: definição, planejamento, operação, análise e interpretação dos resultados e apresentação dos resultados. O objetivo principal do experimento foi testar a hipótese geral do trabalho, apresentado nas seções 1.3 e 5.2.2.

Os resultados do experimento mostraram que a hipótese nula pode ser rejeitada, e por consequência disso, podemos afirmar que a solução proposta é capaz de reduzir as barreiras de acesso à informação, visto que ela conseguiu melhorar a experiência do usuário surdo no âmbito da teleducação.

No capítulo seguinte, serão abordadas as conclusões deste trabalho, juntamente com uma discussão sobre as principais contribuições e propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 7

Conclusões e Trabalhos Futuros

Em um mundo voltado para a comunicação oral, pessoas surdas vivem à margem do acesso à ampla comunicação, esse trabalho surge com o objetivo de facilitar o acesso à informação aos alunos surdos em sua língua natural por meio da oferta de uma interface acessível que atenda os requisitos necessários de uso no ambiente da teleducação.

Para atingir o seu objetivo geral, o estudo apresentou três objetivos específicos, sendo esses: Identificar aspectos relevantes para a análise de usabilidade e qualidade de experiência de um usuário surdo na teleducação; Explorar a construção de uma interface de um sistema de videoconferência educacional acessível que viabilize o seu uso para usuários surdos; Realizar experimentos com usuários da língua de sinais a fim de obter uma avaliação da solução proposta.

O primeiro objetivo foi atingido por intermédio dos estudos e análises dos trabalhos relacionados, sendo possível identificar os aspectos relevantes utilizados e avaliados por outros autores, servindo de insumo para a proposta do presente trabalho. O segundo objetivo específico foi alcançado a partir da implementação da interface proposta, aprimorando a experiência e usabilidade de usuários surdos em ambientes de videoconferência ao adicionar a presença de um intérprete real com uma interface adaptável e focada na acessibilidade e usabilidade, além da adição de legendas em tempo real. Por fim, o terceiro objetivo foi completado após a realização do experimento proposto, seguindo a definição de (Wohlin et al. 2012), além da análise e discussão dos resultados e hipóteses.

Para validação da proposta foi desenvolvido um estudo de caso utilizando o sistema de videoconferência *open source* do V4H como base para aplicação da interface acessível proposta com o intuito de avaliar os questionamentos levantados nesse trabalho em detrimento de outras ferramentas de videoconferência já existentes. Após etapas de prototipação, revisão da literatura e questionários, foi aplicado os experimentos para validação da proposta final.

Os resultados obtidos neste estudo se mostraram promissores, de maneira que levam a acreditar que esse tipo de adaptação pode ser bem-vindo pelos usuários surdos no âmbito da teleducação, atendendo seus requisitos para uma boa experiência, visto que a hipótese nula pode ser rejeitada e a hipótese alternativa ser aceita, ou seja, a solução proposta melhorou a experiência do usuário surdo no ambiente de teleducação, reduzindo as barreiras de acesso à informação.

Como proposta para trabalhos futuros almeja-se desenvolver tradução automática da

videoconferência por intermédio de ferramentas como o VLibras [1], como alternativa para suprir a ausência de intérpretes reais. Além disso, a ampliação da interface para outros dispositivos por meio da implementação de uma versão responsiva para telas menores, como por exemplo dispositivos móveis e *tablets*, pode ser uma opção viável para trabalho futuro. Algumas sugestões destacadas pelos participantes do experimento foi a opção de movimentação e redimensionamento da janela do intérprete a gosto do usuário, oferecendo maior controle sobre a interface e suporte para gravação da videoconferência, para visualização assíncrona.

[1] https://www.gov.br/governodigital/pt-br/vlibras

Referências Bibliográficas

Bai, Yunhe & David Bruno (2020), 'Addressing communication barriers among deaf populations who use american sign language in hearing-centric social work settings', *Columbia Social Work Review* **18**(1), 37–50.

Barbosa, Simone & Bruno Silva (2010), *Interação humano-computador*, Elsevier Brasil.

Benyon, David (2014), 'Designing interactive systems: A comprehensive guide to hci, ux and interaction design'.

BERNARDINO, Elidéia Lúcia (1999), 'A construção da referência por surdos na libras e no português escrito: a lógica no absurdo', *Unpublished master Thesis. UFMG, Belo Horizonte, MG, Brazil* .

Bites, Paulo Guilherme & OCS Almeida (2009), Design de interação para web com ênfase em pessoas com deficiência, *em* 'Anais do 15º Congresso Internacional de Educação à Distância', pp. 27–30.

Booth, Paul A (1989), *An introduction to human-computer interaction*, Psychology Press.

Botelho, B. P. (2015), 'Acessibilidade para surdo: novas tecnologias para a comunicação em libras', *XIII Congresso Internacional em Tecnologia na Educação* p. 8.

BRASIL (1999), 'Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm*

BRASIL (2002), 'Lei n 10.436, 24 de abril de 2002. regulamenta/dispõe sobre a língua brasileira de sinais – libras e dá outras providências.', *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil* . Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm*

BRASIL (2005), 'Decreto n 5.626, de 22 de dezembro de 2005. regulamenta a lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a língua brasileira de sinais - libras, e o art. 18 da lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm*

BRASIL (2011), 'Decreto n 7.611, de 17 de novembro de 2011. dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7611.htm*

BRASIL (2013), 'Censo da educação superior 2013.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/apresentacao/2014/coletiva_censo_superior_2013.pdf*

BRASIL (2015), 'Lei nº 13.146, 6 de julho de 2015. institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência).'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm*

Brito, L. F. (1995), 'Por uma gramática de língua de sinais', *Editora Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil* .

Buttussi, Fabio, Luca Chittaro & Marco Coppo (2007), Using web3d technologies for visualization and search of signs in an international sign language dictionary, *em* 'Proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology', pp. 61–70.

Card, Stuart K (2018), *The psychology of human-computer interaction*, Crc Press.

Cavender, Anna C., Jeffrey P. Bigham & Richard E. Ladner (2009), Classinfocus: Enabling improved visual attention strategies for deaf and hard of hearing students, *em* 'Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility', Assets '09, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, p. 67–74.
URL: *https://doi.org/10.1145/1639642.1639656*

Corrêa, Ygor, Maristela Compagnoni Vieira, Lucila Maria Costi Santarosa & Maria Cristina Villanova Biasuz (2014), 'Tecnologia assistiva: a inserção de aplicativos de tradução na promoção de uma melhor comunicação entre surdos e ouvintes', *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação* **12**(1).

Corrêa, Ygor, Rafael Peduzzi Gomes & Vinicius Gadis Ribeiro (2017), 'Aplicativos de tradução português-libras na educação bilíngue: desafios frente à desambiguação', *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação* **15**(2).

Curran, Vernon R (2006), 'Tele-education', *Journal of telemedicine and telecare* **12**(2), 57–63.

da Rosa Zucolotto, Marcele Pereira, Luciana Rodrigues Ruiz & Najara Ferrari Pinheiro (2019), 'Reflexões sobre linguagem, sociedade e surdez', *Revista Uniabeu* **12**(30), 134–147.

de Freitas, Kátia Siqueira (1996), 'Importância da teleducação na capacitação de professores'.

de Quadros, Ronice Müller (2009), *Educação de surdos: a aquisição da linguagem*, Artmed Editora.

De Quadros, Ronice Müller & Lodenir Becker Karnopp (2009), *Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos*, Artmed Editora.

Denyer, David & David Tranfield (2009), 'Producing a systematic review.'.

Dix, Alan, Alan John Dix, Janet Finlay, Gregory D Abowd & Russell Beale (2003), *Human-computer interaction*, Pearson Education.

Drigas, A. S., D. Kouremenos, S. Kouremenos & J. Vrettaros (2005), An e-learning system for the deaf people, *em* '2005 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training', pp. T2C/17–T2C/21.

Eco, Umberto (2007), *Quase a mesma coisa*, Editora Record.

FERREIRA, Lucinda (1997), 'Língua brasileira de sinais', *Brasília: MEC-Seesp* **3**.

Frigge, Michael, David C Hoaglin & Boris Iglewicz (1989), 'Some implementations of the boxplot', *The American Statistician* **43**(1), 50–54.

Góes, Maria Cecília Rafael (2002), *Linguagem, surdez e educação*, Autores Associados.

Head, Alison J (1999), 'Design wise', *Thomas H Hogan Sr, Medford* .

IBGE (2000), 'Censo demográfico 2000: Características gerais da população, relatório técnico, instituto brasileiro de geografia e estatística'. Acesso em: 24 mai. 2020.
URL: `http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/populacao/censo2000_populacao.pdf`

Jain, Raj (1990), *The art of computer systems performance analysis: techniques for experimental design, measurement, simulation, and modeling*, John Wiley & Sons.

Jakob, Nielsen (1993), 'Usability engineering', *Fremont, California: Morgan* .

Masic, Izet, Haris Pandza, Igor Kulasin, Zlatan Masic & Salih Valjevac (2009), 'Teleeducation as method of medical education', *Medical Archives* **63**(6), 350.

Mayhew, Deborah J (1991), *Principles and guidelines in software user interface design*, Prentice-Hall, Inc.

Nielsen, Jakob (1994), *Usability engineering*, Morgan Kaufmann.

Norman, D. (1988), *The Design of Everyday Things*, Basic Books, New York.

Norman, Don (2013), *The design of everyday things: Revised and expanded edition*, Basic books.

Norman, Donald A (1999), 'Affordance, conventions, and design', *interactions* **6**(3), 38–43.

Padovani, Stephania (2002), 'Avaliação ergonômica de sistemas de navegação em hipertextos fechados', *MORAES, Anamaria de. Design e avaliação de interface. Rio de Janeiro, iUSeR* pp. 27–58.

Passerino, Liliana M & Sandra Portella Montardo (2007), 'Inclusão digital e acessibilidade digital: interfaces e aproximações conceituais', *Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação* **16**, 1–17.

Peixoto, Renata Castelo (2019), 'Entre palavras e sinais: algumas considerações sobre a alfabetização em língua portuguesa de alunos surdos'.

Preece, Jenny, Yvonne Rogers, Helen Sharp, David Benyon, Simon Holland & Tom Carey (1994), *Human-computer interaction*, Addison-Wesley Longman Ltd.

Reinaldo Ferraz, Ana Cuentro, Bruno Welber Pereira Cláudia Martin Nascimento Thiago Prado de Campos (2020), 'Pesquisa sobre acessibilidade das ferramentas de videoconferência em plataforma web'. Acesso em: 24 março 2020.
URL: *https://www.nic.br/media/docs/publicacoes/16/20201211144102/Pesquisa%20-%20Ferramentas%20de%20videoconfere\protect\begingroup\immediate\write\@unused\def\MessageBreak˙\let\protect\edefYoumayprovideadefinitionwith\MessageBreak\DeclareUnicodeCharacter\errhelp\let\def\MessageBreak˙(inputenc)\def\errmessagePackageinputencError:UnicodecharacterÌĆ(U+0302)\MessageBreaknotsetupforusewithLaTeX.˙˙Seetheinputencpackagedocumentationforexplanation.˙TypeH<return>forimmediatehelp\endgroupncia%20FINAL.pdf*

ROSAS, Maria (2019), 'Projeto de lei 3503/2019'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2207821*

Rusňák, Vít, Pavel Troubil, Desana Daxnerová, Pavel Kajaba, Matej Minárik, Svatoslav Ondra, Tomás Sklenák & Eva Hladká (2016), Counsil: A video conferencing environment for interpretation of sign language in higher education, *em* '2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)', IEEE, pp. 1–8.

Santana, Ana Paula (2016), 'A inclusão do surdo no ensino superior no brasil', *Journal of Research in Special Educational Needs* **16**, 85–88.

Shneiderman, Ben, Catherine Plaisant, Maxine Cohen, Steven Jacobs, Niklas Elmqvist & Nicholas Diakopoulos (2016), *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*, Pearson.

Sims, Rod (1997), 'Interactivity: A forgotten art?', *Computers in human behavior* **13**(2), 157–180.

Sousa, Denio Mariz, Guido Lemos Souza, Cícero I da Silva & Giuliano Maia Castro (2019), Vídeo síncrono com preservação digital e registro distribuído como um serviço para telessaúde, *em* 'Anais Estendidos do XXV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web', SBC, pp. 175–178.

Souza, CS de, Jair Cavalcanti Leite, Raquel Oliveira Prates & Simone DJ Barbosa (1999), Projeto de interfaces de usuário: perspectivas cognitivas e semióticas, *em* 'XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação', pp. 420–470.

Vagias, Wade M (2006), 'Likert-type scale response anchors', *Clemson International Institute for Tourism & Research Development, Department of Parks, Recreation and Tourism Management. Clemson University* .

Vieira, Heloisa & Maria Cecília C Baranauskas (2003), 'Design e avaliação de interfaces humano-computador', *Creative Commons, Brasil* .

W3C (1999), 'W3c html 4.01 specification.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *http://www.w3.org/TR/html4*

W3C (2005), 'Web accessibility initiative.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *https://www.w3.org/WAI/fundamentals/*

W3C (2015a), 'Authoring tool accessibility guidelines (atag) 2.0.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *https://www.w3.org/TR/ATAG20/*

W3C (2015b), 'User agent accessibility guidelines (uaag) 2.0.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *https://www.w3.org/TR/2015/NOTE-UAAG20-20151215/*

W3C (2017), 'Web content accessibility guidelines (wcag) 2.1.'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *https://www.w3.org/TR/WCAG21/*

W3C (2018), 'Essential components of web accessibility. image by michael duffy, from: Essential components of web accessibility. s.l. henry, ed. copyright w3c ® (mit, ercim, keio, beihang).'. Acesso em: 24 abr. 2020.
URL: *https://www.w3.org/WAI/fundamentals/components/*

Waddell, Cynthia, Bob Regan, Shawn Lawton Henry, Michael R Burks, Jim Thatcher, Mark D Urban & Paul Bohman (2003), *Constructing accessible web sites*, Apress.

Warschauer, Mark (2006), *Tecnologia e inclusão social: a exclusão digital em debate*, Senac.

Winograd, Terry (2003), *Computers Connecting People.*, Proccedings of CLIHC 2003, PUC-Rio, Rio de Janeiro, Brasil.

Wohlin, Claes, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C Ohlsson, Björn Regnell & Anders Wesslén (2012), *Experimentation in software engineering*, Springer Science & Business Media.

Yeratziotis, George & Darelle Van Greunen (2013), Making ict accessible for the deaf, *em* '2013 IST-Africa Conference & Exhibition', IEEE, pp. 1–9.

Apêndice A

Protocolo de Revisão Quasi-Sistemática

A.1 Questões de Pesquisa

Serão identificados quais são as questões de pesquisa. De acordo com o tema "Uma Proposta de Interface Acessível de Teleducação para Deficientes Auditivos".

- **QP1**: Como é possível reduzir as barreiras de acesso à informação das pessoas surdas no âmbito da teleducação?
- **QP2**: Como podemos aprimorar a experiência de um usuário surdo no âmbito da teleducação?

A.2 Estratégias de busca utilizadas e Fontes de pesquisa

A estratégia de busca utilizada foi a busca automática sobre algumas bibliotecas digitais de artigos científicos. Foram selecionados os portais:

- IEEE Xplore[1]
- ACM Digital Library[2]
- ScienceDirect[3]
- Springer[4]

A.3 String de busca

Com o objetivo de construir as strings de buscas foram selecionadas algumas palavras-chaves, sinônimos e termos relacionados à pesquisa.

Esses termos, apresentados na Tabela A.1, juntamente com suas variantes foram então combinados, formando a seguinte *string* de busca:

[1] https://ieeexplore.ieee.org
[2] https://dl.acm.org
[3] https://www.sciencedirect.com
[4] https://link.springer.com

Tabela A.1: Termos de busca relacionados à pesquisa

Palavras chaves	**Sinônimos e Termos Relacionados**
Sign Language	Visual Language, Libras, ASL
Distance Education	Video Conferencing, Digital Learning

```
("Sign Language" OR "Visual Language" OR "Libras" OR "ASL")
AND ("Distance education" OR "Video Conferencing" OR
"Digital Learning")
```

A.4 Critérios de Exclusão e Inclusão dos Trabalhos Científicos

Após o processo de busca, para a seleção das publicações para este trabalho, foram selecionados alguns critérios de exclusão (E) e inclusão (I):

- I1: Incluir todos os artigos completos relacionados ao contexto da revisão, identificados por meio da leitura do título e do resumo e, para casos em que não se foi obtido informações relevantes e suficientes, da leitura completa do artigo
- I2: Caso existam trabalhos semelhantes ou repetidos, deve-se incluir o mais recente
- E1: Fora do escopo da pesquisa
- E2: Trabalhos com acesso restrito
- E3: Trabalhos repetidos, com exceção do mais recente
- E4: Trabalhos que não pertencem à categoria de artigos científicos

A.5 Classificação dos Trabalhos Científicos

Após a filtragem seguindo os critérios de inclusão e exclusão definidos na seção A.4, os trabalhos filtrados serão classificados utilizando os seguintes critérios:

1. **Método de Avaliação:** Identifica a estratégia de avaliação utilizada para avaliar a solução proposta gerada pelo trabalho.
    - Automática: Faz uso de medidas objetivas derivadas de testes computacionais;
    - Com usuários: Utiliza avaliação subjetiva por meio de testes com usuários;
    - Híbrida: Envolve tanto avaliação automática quanto com usuários;
    - Sem classificação: O trabalho não definiu o tipo de avaliação.
2. **Tipo de Artigo:** Identifica o objetivo do artigo.
    - Pesquisa ou *Survey*: Trabalhos apresentados como *surveys*;
    - *Overview*: Trabalhos que abordam uma visão geral;
    - Experimental: Trabalhos que apresentam experimentos científicos, incluindo objetivos, metodologia e resultados;

- Sistema: Trabalhos apresentados como sistema.

Apêndice B

Artigos da Revisão Quasi-Sistemática Selecionados na Iteração 1

1. Francisco C. de M.B. Oliveira, Gerarda N.C. Gomes, Adriano T. de Freitas, Anibal C. de Oliveira, Lidiane C. Silva, and Bruno Queiroz. 2015. A Comparative Study of the Acceptability of Signs for the Brazilian Sign Language Created in Person and Remotely. In Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '15). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 207–211. DOI:https://doi.org/10.1145/2676723.2677293
2. Jessica J. Tran, Ben Flowers, Eve A. Risken, Richard E. Ladner, and Jacob O. Wobbrock. 2014. Analyzing the intelligibility of real-time mobile sign language video transmitted below recommended standards. In Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers accessibility (ASSETS '14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 177–184. DOI:https://doi.org/10.1145/2661334.2661358
3. Anna C. Cavender, Daniel S. Otero, Jeffrey P. Bigham, and Richard E. Ladner. 2010. Asl-stem forum: enabling sign language to grow through online collaboration. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2075–2078. DOI:https://doi.org/10.1145/1753326.1753642
4. Anna Cavender, Richard E. Ladner, and Eve A. Riskin. 2006. MobileASL: intelligibility of sign language video as constrained by mobile phone technology. In Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (Assets '06). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 71–78. DOI:https://doi.org/10.1145/1168987.1169001
5. Kirsten Ellis, Neil Ray, and Cheryl Howard. 2011. Learning a physical skill via a computer: a case study exploring Australian Sign Language. In Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 98–103. DOI:https://doi.org/10.1145/2071536.2071550
6. Pooja Gupta and Shahnaz Fatima. 2016. Massive Online Course for Deaf and Dumb People. In Proceedings of the 21st Western Canadian Conference on Computing Education (WCCCE '16). Association for Computing Machinery, New York,

NY, USA, Article 21, 1–4. DOI:https://doi.org/10.1145/2910925.2910945

7. Christian Vogler, Paula Tucker, and Norman Williams. 2013. Mixed local and remote participation in teleconferences from a deaf and hard of hearing perspective. In Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '13). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 30, 1–5. DOI:https://doi.org/10.1145/2513383.2517035
8. Robert A. Sobczak. 2013. Education goes the distance with IPTV. In Proceedings of the 41st annual ACM SIGUCCS conference on User services (SIGUCCS '13). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 197–202. DOI:10.1145/2504776.2504787
9. Becky Sue Parton, Robert Hancock, and Anita D. duBusdeValempré. 2010. Tangible manipulatives and digital content: the transparent link that benefits young deaf children. In Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '10). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 300–303. DOI:https://doi.org/10.1145/1810543.1810597
10. Anne Marie Piper and James D. Hollan. 2008. Supporting medical conversations between deaf and hearing individuals with tabletop displays. In Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW '08). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 147–156. DOI:https://doi.org/10.1145/1460563.1460587
11. V. I. Voronov, K. V. Genchel, L. I. Voronova and M. D. Travina, "Development of a Software Package Designed to Support Distance Education for Disabled People,"2018 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies"(ITQMIS), St. Petersburg, 2018, pp. 746-751. doi: 10.1109/ITMQIS.2018.8524958
12. V. Rusňák et al., "CoUnSiL: A video conferencing environment for interpretation of sign language in higher education,"2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Istanbul, 2016, pp. 1-8. doi: 10.1109/ITHET.2016.7760711
13. L. Cailing and H. Mei, "The Set-Up of System of ISDN-based Remote Video Teaching and Conferencing in Sign Language for the Deaf,"2010 International Conference on Multimedia Communications, Hong Kong, 2010, pp. 3-4. doi: 10.1109/MEDIACOM.2010.26
14. R. A. Foulds, "Biomechanical and perceptual constraints on the bandwidth requirements of sign language,"in IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 12, no. 1, pp. 65-72, March 2004. doi: 10.1109/TNSRE.2003.821371
15. J. Chon, N. Cherniavsky, E. A. Riskin and R. E. Ladner, "Enabling access through real-time sign language communication over cell phones,"2009 Conference Record of the Forty-Third Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Pacific Grove, CA, 2009, pp. 588-592. doi: 10.1109/ACSSC.2009.5469901
16. A. S. Drigas, D. Kouremenos, S. Kouremenos and J. Vrettaros, "An e-learning system for the deaf people,"2005 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, Santo Domingo, 2005, pp. T2C/17-

T2C/21. doi: 10.1109/ITHET.2005.1560236
17. Andréa Miranda, Janae Gonçalves Martins, Juliano dos Santos, Sabrina Loureiro, Alejandro Martins Rodriguez, Elizabeth Specialki, and Ricardo Miranda Barcia. 2005. Vias-Ka: modelo de acessibilidade para sistemas computacionais de educação a distância. In Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction (CLIHC '05). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 202–210. DOI:https://doi.org/10.1145/1111360.1111381
18. Anna Cavender and Richard E. Ladner. 2010. NTID International Symposium on Technology and Deaf Education: a review. SIGACCESS Access. Comput., 97 (June 2010), 3–13. DOI:https://doi.org/10.1145/1873532.1873533
19. Dorian Miller, Karl Gyllstrom, David Stotts, and James Culp. 2007. Semi-transparent video interfaces to assist deaf persons in meetings. In Proceedings of the 45th annual southeast regional conference (ACM-SE 45). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 501–506.
DOI:https://doi.org/10.1145/1233341.1233431
20. Machigar Ongtang and Nattanun Thatphithakkul. 2019. Client-based Multipoint Media Mixer to Support People with Hearing Impairment in Communication. In Proceedings of the 2019 7th International Conference on Computer and Communications Management (ICCCM 2019). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 148–152. DOI:https://doi.org/10.1145/3348445.3348455
21. Paula Escudeiro, Bertil Marques, Piedade Carvalho, Ana Barata, Patrícia Queirós, Ana de Sousa, Carlos Dias, Emanuel Rocha, and João Ulisses. 2018. Educational content using Blind/Deaf Communications API. In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 100–104. DOI:https://doi.org/10.1145/3284179.3284199
22. Anna C. Cavender, Jeffrey P. Bigham, and Richard E. Ladner. 2009. ClassInFocus: enabling improved visual attention strategies for deaf and hard of hearing students. In Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (Assets '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 67–74. DOI:https://doi.org/10.1145/1639642.1639656
23. Helen Petrie, Fraser Hamilton, Neil King, and Pete Pavan. 2006. Remote usability evaluations With disabled people. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '06). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1133–1141.
DOI:https://doi.org/10.1145/1124772.1124942
24. Cindy Poore-Pariseau. 2010. Online Learning: Designing for All Users. J. Usability Studies 5, 4 (August 2010), 147–156.
25. Ephraim P. Glinert. 1997. Ensuring access for people with disabilities to the national information infrastructure and multimedia computing. SIGCAPH Comput. Phys. Handicap., 59 (September 1997), 10–16.
DOI:https://doi.org/10.1145/569295.569297
26. Ana María López, Ana Cristina Mancho, and María Luisa Sein-Echaluce. 2019. Breaking down barriers to facilitate that university teachers create audio-visual le-

arning materials. In Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 776–783. DOI:https://doi.org/10.1145/3362789.3362914

27. Cha Zhang, Yong Rui, Jim Crawford, and Li-Wei He. 2008. An automated end-to-end lecture capture and broadcasting system. ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl. 4, 1, Article 6 (January 2008), 23 pages. DOI:https://doi.org/10.1145/1324287.1324293
28. Brad Mehlenbacher. 2011. The evolution of communication design: a brief history of the acm sigdoc. In Proceedings of the 29th ACM international conference on Design of communication (SIGDOC '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 249–256. DOI:https://doi.org/10.1145/2038476.2038524
29. Pythagoras Karampiperis and Demetrios Sampson. 2005. Designing learning systems to provide accessible services. In Proceedings of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A) (W4A '05). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 72–80. DOI:https://doi.org/10.1145/1061811.1061825
30. J.R. Moehr, J. Schaafsma, C. Anglin, S.V. Pantazi, N.A. Grimm, S. Anglin, Success factors for telehealth—A case study, International Journal of Medical Informatics, Volume 75, Issues 10–11, 2006, Pages 755-763, ISSN 1386-5056, https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.11.001.
31. Liliana M. Passerino, Lucila M. Costi Santarosa, Autism and digital learning environments: Processes of interaction and mediation, Computers Education, Volume 51, Issue 1, 2008, Pages 385-402, ISSN 0360-1315, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.015.
32. K. Karpouzis, G. Caridakis, S.-E. Fotinea, E. Efthimiou, Educational resources and implementation of a Greek sign language synthesis architecture, Computers Education, Volume 49, Issue 1, 2007, Pages 54-74, ISSN 0360-1315, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.06.004.
33. Peter A. Lewis, Yvonne Osborne, Genevieve Gray, Anne-Marie Lacaze, Design and Delivery of a Distance Education Programme: Educating Vietnamese Nurse Academics from Australia, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 47, 2012, Pages 1462-1468, ISSN 1877-0428, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.843.
34. André P. Freire, Flávia Linhalis, Sandro L. Bianchini, Renata P.M. Fortes, Maria da Graça C. Pimentel, Revealing the whiteboard to blind students: An inclusive approach to provide mediation in synchronous e-learning activities, Computers Education, Volume 54, Issue 4, 2010, Pages 866-876, ISSN 0360-1315, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.09.016.
35. Emmanuelle Gutiérrez y Restrepo, Carlos Benavidez, Henry Gutiérrez, The Challenge of Teaching to Create Accessible Learning Objects to Higher Education Lecturers, Procedia Computer Science, Volume 14, 2012, Pages 371-381, ISSN 1877-0509, https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.043.
36. Salah Hammami, Fahman Saeed, Hassan Mathkour, Mohammed Amer Arafah,

Continuous improvement of deaf student learning outcomes based on an adaptive learning system and an Academic Advisor Agent, Computers in Human Behavior, Volume 92, 2019, Pages 536-546, ISSN 0747-5632, https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.006.

37. Elisa Mohanty, Anindya Jayanta Mishra, Teachers' perspectives on the education of deaf and hard of hearing students in India: A study of Anushruti, Alter, Volume 14, Issue 2, 2020, Pages 85-98, ISSN 1875-0672, https://doi.org/10.1016/j.alter.2020.02.002.
38. Dimitris Agrafiotis, Nishan Canagarajah, David R. Bull, Jim Kyle, Helen Seers, Matthew Dye, A perceptually optimised video coding system for sign language communication at low bit rates, Signal Processing: Image Communication, Volume 21, Issue 7, 2006, Pages 531-549, ISSN 0923-5965, https://doi.org/10.1016/j.image.2006.02.003.
39. Leilani Craig, Nick Craig, Emma Calgaro, Dale Dominey-Howes, Karlee Johnson, Chapter 13 - People with disabilities: Becoming agents of change in Disaster Risk Reduction, Editor(s): Fernando I. Rivera, Emerging Voices in Natural Hazards Research, Butterworth-Heinemann, 2019, Pages 327-356, ISBN 9780128158210, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815821-0.00020-5.
40. Ines Kožuh, Manfred Hintermair, Marko Ivanišin, Matjaž Debevc, The Concept of Examining the Experiences of Deaf and Hard of Hearing Online Users, Procedia Computer Science, Volume 27, 2014, Pages 148-157, ISSN 1877-0509, https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.018.
41. David A. Georgina, Myrna R. Olson, Integration of technology in higher education: A review of faculty self-perceptions, The Internet and Higher Education, Volume 11, Issue 1, 2008, Pages 1-8, ISSN 1096-7516, https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2007.11.002.
42. Carlos Gallego, M[a] Teresa Martín-Aragoneses, Ramón López-Higes, Guzmán Pisón, Semantic and syntactic reading comprehension strategies used by deaf children with early and late cochlear implantation, Research in Developmental Disabilities, Volumes 49–50, 2016, Pages 153-170, ISSN 0891-4222, https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.11.020.
43. Jason R. Schreiber, Morris S. Odell, The use of interpreters in medical settings and forensic medical examinations in Australia: The relationship between medicine and linguistics, Journal of Forensic and Legal Medicine, Volume 25, 2014, Pages 85-90, ISSN 1752-928X, https://doi.org/10.1016/j.jflm.2014.04.019.
44. Norziani Dahalan @ Omar, Hasmawati Hassan, Hanafi Atan, Student Engagement in Online Learning: Learners Attitude Toward E-Mentoring, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 67, 2012, Pages 464-475, ISSN 1877-0428, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.351.
45. Albert Angehrn, Thierry Nabeth, Leveraging emerging technologies in management education: Research and experiences, European Management Journal, Volume 15, Issue 3, 1997, Pages 275-285, ISSN 0263-2373, https://doi.org/10.1016/S0263-2373(97)00007-8.
46. Xiangming Mu, Towards effective video annotation: An approach to automatically

link notes with video content, Computers Education, Volume 55, Issue 4, 2010, Pages 1752-1763, ISSN 0360-1315, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.021.
47. Magdala de Araújo Novaes, Chapter 10 - Telecare within different specialties, Editor(s): Shashi Gogia, Fundamentals of Telemedicine and Telehealth, Academic Press, 2020, Pages 185-254, ISBN 9780128143094, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814309-4.00010-0.
48. Richardson, J.T., Woodley, A. Approaches to studying and communication preferences among deaf students in distance education. Higher Education 42, 61–83 (2001). https://doi.org/10.1023/A:1017520102705
49. Caselli, N.K., Hall, W.C. Henner, J. American Sign Language Interpreters in Public Schools: An Illusion of Inclusion that Perpetuates Language Deprivation. Matern Child Health J (2020). https://doi.org/10.1007/s10995-020-02975-7
50. Lang, H.G., Steely, D. Web-based science instruction for deaf students: What research says to the teacher. Instructional Science 31, 277–298 (2003). https://doi.org/10.1023/A:1024681909409
51. Debevc, M., Kosec, P. Holzinger, A. Improving multimodal web accessibility for deaf people: sign language interpreter module. Multimed Tools Appl 54, 181–199 (2011). https://doi.org/10.1007/s11042-010-0529-8
52. Mohd Hashim, M.H., Tasir, Z. An e-learning environment embedded with sign language videos: research into its usability and the academic performance and learning patterns of deaf students. Education Tech Research Dev (2020). https://doi.org/10.1007/s11423-020-09802-4
53. Steinberg, A.G., Barnett, S., Meador, H.E. et al. Health care system accessibility. J Gen Intern Med 21, 260 (2006). https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2006.00340.x
54. Bottoni, P., Borgia, F., Buccarella, D. et al. Stories and signs in an e-learning environment for deaf people. Univ Access Inf Soc 12, 369–386 (2013). https://doi.org/10.1007/s10209-012-0283-y
55. Techaraungrong, P., Suksakulchai, S., Kaewprapan, W. et al. The design and testing of multimedia for teaching arithmetic to deaf learners. Educ Inf Technol 22, 215–237 (2017). https://doi.org/10.1007/s10639-015-9441-1
56. McMartin, F., Iverson, E., Wolf, A. et al. The use of online digital resources and educational digital libraries in higher education. Int J Digit Libr 9, 65–79 (2008). https://doi.org/10.1007/s00799-008-0036-y
57. Healy, L., Jahn, A.P. Frant, J.B. Digital technologies and the challenge of constructing an inclusive school mathematics. ZDM Mathematics Education 42, 393–404 (2010). https://doi.org/10.1007/s11858-010-0252-y
58. Cheng, S., Wang, T. Sin, K. Thinking Styles and Student Engagement among Deaf and Hard of Hearing Students. J Dev Phys Disabil (2020). https://doi.org/10.1007/s10882-020-09745-x
59. Price, L. Lecturers' vs. students' perceptions of the accessibility of instructional materials. Instr Sci 35, 317–341 (2007). https://doi.org/10.1007/s11251-006-9009-y
60. Berry, D.M. Requirements for Maintaining Web Access for Hearing-Impaired In-

dividuals. Software Quality Journal 12, 9–28 (2004). https://doi.org/10.1023/B:SQJO.0000013356.15791.3d
61. Kumar, P., Agrawal, N. Learning Disabled and Their Education in India. Hu Arenas 2, 228–244 (2019). https://doi.org/10.1007/s42087-018-0035-5
62. Hughes, G., Hudgins, B., MacDougall, J. (n.d.). Using telehealth technology to improve the delivery of health services to people who are deaf. The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. doi:10.1109/iembs.2004.1403871

Apêndice C

Artigos da Revisão Quasi-Sistemática Selecionados na Iteração 2

1. V. Rusñák et al., "CoUnSiL: A video conferencing environment for interpretation of sign language in higher education,"2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Istanbul, 2016, pp. 1-8. doi: 10.1109/ITHET.2016.7760711
2. Anna C. Cavender, Jeffrey P. Bigham, and Richard E. Ladner. 2009. ClassInFocus: enabling improved visual attention strategies for deaf and hard of hearing students. In Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (Assets '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 67–74. DOI:https://doi.org/10.1145/1639642.1639656
3. Hughes, G., Hudgins, B., MacDougall, J. (n.d.). Using telehealth technology to improve the delivery of health services to people who are deaf. The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. doi:10.1109/iembs.2004.1403871
4. A. S. Drigas, D. Kouremenos, S. Kouremenos and J. Vrettaros, "An e-learning system for the deaf people,"2005 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, Santo Domingo, 2005, pp. T2C/17-T2C/21. doi: 10.1109/ITHET.2005.1560236
5. Gupta, P., Fatima, S. (2016). Massive Online Course for Deaf and Dumb People. Proceedings of the 21st Western Canadian Conference on Computing Education - WCCCE '16. doi:10.1145/2910925.2910945
6. Vogler, C., Tucker, P., Williams, N. (2013). Mixed local and remote participation in teleconferences from a deaf and hard of hearing perspective. Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility - ASSETS '13. doi:10.1145/2513383.2517035
7. Miranda, A., Martins, J. G., dos Santos, J., Loureiro, S., Rodriguez, A. M., Specialki, E., Barcia, R. M. (2005). Vias-Ka. Proceedings of the 2005 Latin American Conference on Human-Computer Interaction - CLIHC '05.
8. Ongtang, M., Thatphithakkul, N. (2019). Client-based Multipoint Media Mixer to Support People with Hearing Impairment in Communication. Proceedings of the 2019 7th International Conference on Computer and Communications Management

- ICCCM 2019.
9. Richardson, J.T., Woodley, A. Approaches to studying and communication preferences among deaf students in distance education. Higher Education 42, 61–83 (2001).
10. Bottoni, P., Borgia, F., Buccarella, D. et al. Stories and signs in an e-learning environment for deaf people. Univ Access Inf Soc 12, 369–386 (2013).
11. Salah Hammami, Fahman Saeed, Hassan Mathkour, Mohammed Amer Arafah, Continuous improvement of deaf student learning outcomes based on an adaptive learning system and an Academic Advisor Agent, Computers in Human Behavior, Volume 92, 2019, Pages 536-546, ISSN 0747-5632
12. Reinaldo Ferraz, Ana Cuentro, Bruno Welber Pereira Cláudia Martin NascimentoThiago Prado de Campos (2020), 'Pesquisa sobre acessibilidade das ferramentas devideoconferência em plataforma web'. Acesso em: 24 março 2020.
13. Ines Kožuh, Manfred Hintermair, Marko Ivanišin, Matjaž Debevc, The Concept of Examining the Experiences of Deaf and Hard of Hearing Online Users, Procedia Computer Science, Volume 27, 2014, Pages 148-157, ISSN 1877-0509

Apêndice D

Questionário

V4H Acessível

Identificação.

Anonimato garantido.

*Obrigatório

Nome completo *

Qual é a sua experiência com acessibilidade digital? Por acessibilidade digital, entenda o uso de tecnologias assistivas para superar barreiras de acesso em sites e aplicativos *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Iniciante
- ◯ Intermediário
- ◯ Avançado

Você declara que está sendo imparcial na análise desta aplicação? Sua avaliação nesta ferramenta não deve considerar, por exemplo, apenas preferência/simpatia por marca ou produto, ou ainda desejo de minorar o produto concorrente. Por gentileza, foque em uma avaliação das funcionalidades. *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

Você tem alguma deficiência? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Não tenho deficiência
- ◯ Deficiência auditiva total/surdez
- ◯ Deficiência auditiva parcial/baixa audição

1. Você conseguiu entrar na aplicação? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

2. Você teve problemas ao entrar? Descreva-os

3. Ao entrar na reunião, sua câmera já estava habilitada? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não
- ◯ Não sei se minha câmera já estava habilitada

4. Você consegue perceber se seu microfone e/ou câmera estão habilitados? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não
- ◯ Não sei se minha câmera ou microfone estão habilitados

5. Ao entrar na reunião, seu microfone já estava habilitado? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não
- ◯ Não sei se meu microfone já estava habilitado

6. Você consegue habilitar e desabilitar seu microfone? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

7. Você consegue habilitar e desabilitar sua câmera? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

8. Você consegue interagir por áudio e/ou vídeo com o apresentador e os demais participantes? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

9. Você consegue habilitar/desabilitar legendas? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

10. Você consegue compreender o que está sendo exibido na tela pelo apresentador? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

11. Você consegue enviar mensagens por chat? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

12. Você consegue sinalizar de alguma forma que quer se manifestar durante a reunião (por exemplo, ações como “levantar a mão”) ? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

13. Como você sinalizou que quer se manifestar durante a reunião? *

14. Você consegue acessar a lista de participantes da reunião? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

15. Você consegue acessar os links enviados pelo chat? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

16. Você consegue compartilhar sua tela? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

17. Você consegue habilitar/desabilitar o intérprete? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

18. Você consegue sair da reunião por conta própria? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

19. Descreva sua experiência sobre todo o aspecto da avaliação da ferramenta *

20. Espaço para demais comentários

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários