

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a) o
texto completa desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 12/07/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

DESIGN E MOBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL:
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SISTEMA VESTÍVEL
PARA DETECÇÃO E COMUNICAÇÃO DE OBSTÁCULOS

ALINE DARC PICULO DOS SANTOS

BAURU – 2023

Aline Darc Piculo dos Santos

**DESIGN E MOBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL:
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SISTEMA VESTÍVEL
PARA DETECÇÃO E COMUNICAÇÃO DE OBSTÁCULOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design da UNESP – Câmpus de Bauru, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutorado em Design.

Orientador: Prof. Dr. Fausto Orsi Medola (UNESP)
Coorientador: Prof. Dr. Anselmo Frizera Neto (UFES)

Bauru – 2023

Santos, Aline Darc Piculo dos.

Design e mobilidade de pessoas com
deficiência visual: Desenvolvimento e
avaliação de sistema vestível para detecção e
comunicação de obstáculos / Aline Darc Piculo
dos Santos, 2023

177 f. : il.

Orientador: Fausto Orsi Medola

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual
Paulista (Unesp). Faculdade de Arquitetura,
Artes, Comunicação e Design, Bauru, 2023

1. Design. 2. Ergonomia. 3. Deficiência
visual. 4. Detecção de obstáculos. 5.
Tecnologia vestível. I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes,
Comunicação e Design. II. Título.

Comissão examinadora

PRESIDENTE

Professor Doutor Fausto Orsi Medola

PPG Design | Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Orientador

MEMBROS TITULARES

Professora Doutora Cristina Portugal

PPG Design | Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Professor Doutor Eduardo Rocon

Centro de Automática y Robótica | Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Professora Doutora Giselle Schmidt Alves Merino

PPG Design | Universidade Federal de Santa Catarina

Professor Doutor Márcio James Soares Guimarães

Universidade Federal do Maranhão



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ALINE DARC PÍCULO DOS SANTOS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 12 dias do mês de julho do ano de 2023, às 08:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de ALINE DARC PÍCULO DOS SANTOS, intitulada **DESIGN E MOBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SISTEMA VESTÍVEL PARA DETECÇÃO E COMUNICAÇÃO DE OBSTÁCULOS..** A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor Associado FAUSTO ORSI MEDOLA (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Programa de Pós-graduação em Design / Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação Campus de Bauru - Unesp, Professora Doutora CRISTINA PORTUGAL (Participação Virtual) do(a) Departamento de Arte e Design / PONTIFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, Professor Doutor MARCIO JAMES SOARES GUIMARÃES (Participação Virtual) do(a) Departamento de Desenho e Tecnologia / UFMA, Professora Adjunta GISELLE SCHMIDT ALVES DIAZ MERINO (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Design / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Professor de Investigación EDUARDO ROCON DE LIMA (Participação Virtual) do(a) Centro de Automática y Robótica / Consejo Superior de Investigaciones Científicas - CSIC. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Professor Associado FAUSTO ORSI MEDOLA

Dedico este trabalho aos meus pais, Dalva Darc e José Carlos.

Agradecimentos

Aos meus pais, Dalva e José, que sempre incentivaram os meus estudos e nunca mediram esforços pela minha educação, bem-estar e felicidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fausto Orsi Medola, pela mentoria e apoio nesta jornada.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Anselmo Frizera Neto, por todos os ensinamentos e por sempre me receber muito bem em Vitória.

Aos membros das bancas do Exame de Qualificação e Exame de Defesa pela disposição e por todas as contribuições.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli por despertar o meu interesse pela Ergonomia e por ter me dado a primeira oportunidade na área acadêmica através do projeto de iniciação científica.

Ao Prof. Frode Sandnes, da Oslo Metropolitan University, e à Profa. Atiyeh Vaezipour, da University of Queensland, pela parceria e ensinamentos.

Às colegas do Laboratório de Ergonomia e Interfaces (LEI-UNESP) por todas as conversas e aprendizado compartilhado nesses anos, tanto academicamente como pessoalmente.

Aos colegas do Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos (CADEP-UNESP) pelo suporte ao longo deste projeto.

Aos colegas do Núcleo de Tecnologia Assistiva (NTA-UFES), em especial ao Matheus e a Fabiana, pela receptividade e colaboração em todas as minhas visitas.

Ao Lar Escola Santa Luzia para Cegos, de Bauru-SP, em especial ao Jorge e à Fernanda, pela disponibilidade e contribuições.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Design e aos servidores do STAEPE e ERAPI por todo suporte ao longo desses anos.

Aos voluntários e voluntárias que participaram deste estudo.

Às minhas amigas Amanda Marcolino, Larissa Blanco, Livia Ferrari e Marcela Scota, por tornarem a minha vida mais leve e divertida.

Aos meus amigos Carlos Fernandes e Guilherme Bertolaccini, por sempre estarem dispostos a ajudar.

À minha grande amiga, Ana Lya Moya Ferrari, por compartilhar os momentos bons e difíceis durante esses anos e por todas as conversas com café.

Por fim, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processo n. 2019/14438-4) pelo financiamento desta pesquisa.

Resumo

Dispositivos eletrônicos têm sido desenvolvidos para promover a segurança, independência e autonomia na mobilidade de pessoas com deficiência visual. Entretanto, a maioria dos estudos abordam os aspectos funcionais e poucos consideram os aspectos relacionados à interação entre usuário e dispositivo, os quais podem influenciar a aceitação e a satisfação com a Tecnologia Assistiva e, conseqüentemente, o seu uso. A interação 'usuário-dispositivo' é um tema de grande interesse para o Design e a Ergonomia, que podem contribuir para atender às necessidades e desejos do usuário, promovendo o bem-estar, segurança e satisfação. Visando contribuir para a segurança e a satisfação na mobilidade de pessoas com deficiência visual, este estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar um sistema vestível para detecção e comunicação de obstáculos em ambientes externos. O desenvolvimento do protótipo foi fundamentado em estudos com 8 usuários com deficiência visual e uma profissional de Orientação e Mobilidade, os quais possibilitaram compreender as demandas específicas de mobilidade deste público alvo. A avaliação foi realizada através de dois estudos - usabilidade e percepção sobre o usuário - envolvendo 10 sujeitos vendados e 108 sujeitos, respectivamente, comparando três condições: o protótipo desenvolvido, a bengala branca e ambas tecnologias combinadas. Os resultados indicam que o uso das duas tecnologias combinadas pode contribuir para a mobilidade externa de pessoas com deficiência visual. O uso do protótipo em conjunto com a bengala branca resultou em menos colisões e significativamente menor frustração e maior percepção de segurança. Por outro lado, também resultou em maior tempo e carga cognitiva para realizar o experimento, o que pode sugerir que mais tempo para treinamento seja necessário para aprendizagem e adaptação. Os resultados também sugerem que adicionar o sistema vestível ao usuário da bengala não aumentou o julgamento associado ao mesmo. Portanto, com base nesses resultados, o presente estudo contribui para as áreas de Design, Ergonomia e Tecnologia Assistiva com diretrizes para o design e avaliação de tecnologias vestíveis para mobilidade de pessoas com deficiência visual.

Palavras-chave: Design, Ergonomia, Deficiência Visual, Detecção de Obstáculos, Tecnologia Vestível

Abstract

Electronic devices have been developed to promote safety, independence, and autonomy in the mobility of visually impaired people. However, most of the studies address the functional aspects, and few studies consider the aspects related to the user-device interaction, which may influence the acceptance and satisfaction with Assistive Technology and, consequently, its usage. The 'user-device' interaction is a subject of great interest for Design and Ergonomics, which can contribute to meeting the user's needs and desires, promoting well-being, safety, and satisfaction. In order to contribute to the safety and satisfaction in the mobility of visually impaired people, this study aimed to develop and evaluate a wearable system for obstacle detection and communication, to contribute to the outdoor mobility of visually impaired people. The development of the prototype was based on studies with 8 users with visual impairment and an Orientation and Mobility professional, which enabled the understanding of specific demands for mobility of this target group. The evaluation was done through two experiments – usability and perception about the user – involving 10 blindfolded subjects and 108 subjects, respectively, comparing three conditions: the developed prototype, the white cane, and both technologies combined. The results indicate that the use of both technologies may contribute to the outdoor mobility of visually impaired people. The prototype used with the white cane resulted in fewer collisions and significantly less frustration and a higher perception of safety. On the other hand, it also resulted in a higher time and cognitive load to perform the experiment, which may suggest that more training time may be required for learning and adaptation. The results also suggest that adding the wearable system to the white cane user did not increase the judgment associated to the user. Therefore, based on these findings, this study contributes to the areas of Design, Ergonomics, and Assistive Technology with guidelines for the design and evaluation of wearable technologies for the mobility of visually impaired people.

Keywords: Design, Ergonomics, Visual Impairment, Obstacle Detection, Wearable Technology

Lista de figuras

Figura 1 - Trajetória acadêmica	21
Figura 2 - Fases do projeto de pesquisa	23
Figura 3 - Anatomia do olho humano.....	25
Figura 4 - Bengala branca (a) dobrada e (b) aberta	32
Figura 5 - Ponteiras (a) Fixa (b) <i>Roller</i>	33
Figura 6 – Diagrama das propriedades dos dispositivos eletrônicos para navegação ..	35
Figura 7 - ActiGraph GTX9-Link.....	45
Figura 8 - (a) Pesquisadora demonstrando ao participante como colocar o monitor (b) Participante colocando o monitor.....	45
Figura 9 - Tempo (min/dia) gasto em diferentes intensidades de atividade física ...	49
Figura 10 - Distribuição das pontuações de avaliação de satisfação (QUEST)	53
Figura 11 - Itens considerados mais importantes em uma TA (N = 11).....	54
Figura 12 - Frequência com que os participantes se preocupam com determinadas situações (N = 11)	55
Figura 13 - Frequência de interferência da deficiência visual na realização de determinadas atividades diárias (N = 11)	56
Figura 14 - Fluxograma PRISMA do processo de busca e seleção de estudos	61
Figura 15 - Mapa mental.....	68
Figura 16 - Componentes utilizados no sistema.....	69
Figura 17 - Configuração esquemática do circuito	70
Figura 18 - Diagrama simplificado do sistema de detecção e comunicação de obstáculos.....	71
Figura 19 - Segmentação realizada pela (a) Câmera RGB (b) Câmera de profundidade	72
Figura 20 - Distâncias de detecção da câmera	72
Figura 21 - <i>Sketches</i> iniciais	73
Figura 22 - <i>Sketches</i> iniciais	74
Figura 23 - <i>Sketches</i> iniciais	74
Figura 24 - <i>Sketches</i> iniciais	75
Figura 25 - Solução proposta	76

Figura 26 - Modelos de mochila.....	78
Figura 27 - Medida da altura dos ombros em posição sentada	79
Figura 28 - Medida da largura dos ombros.....	80
Figura 29 - Vértex da coluna do corpo humano.....	81
Figura 30 - <i>Sketch</i> final com vistas da mochila	82
Figura 31 - Modelo virtual de caixa para componentes (a) aberta (b) fechada	83
Figura 32 - Modelo virtual de nova versão de caixa para componentes (a) aberta (b) fechada.....	84
Figura 33 - Modelos volumétricos dos componentes do sistema impressos tridimensionalmente	84
Figura 34 - Peças cortadas em algodão cru a partir dos moldes criados	85
Figura 35 - <i>Mockup</i> confeccionado em algodão cru (a) Visão frontal (b) Visão posterior	86
Figura 36 - Voluntário utilizando o <i>mockup</i> (a) Visão frontal (b) Visão lateral	86
Figura 37 - Voluntária utilizando o <i>mockup</i> (a) Visão frontal (b) Visão lateral	87
Figura 38 - Voluntário utilizando o <i>mockup</i> com novo formato de alça (a) Visão frontal (b) Visão lateral	87
Figura 39 – Protótipo	90
Figura 40 – Protótipo (a) Vista lateral (b) Vista frontal.....	90
Figura 41 – Protótipo (a) Vista posterior (b) Detalhe fecho frontal	91
Figura 42 - Protótipo final	91
Figura 43 – Protótipo – Vista frontal	92
Figura 44 – Protótipo – (a) Vista lateral (b) Vista posterior.....	92
Figura 45 – Detalhe do fecho de engate rápido (a) fechado (b) aberto	93
Figura 46 - Clipe para fixação da câmera.....	93
Figura 47 - Integração do sistema de detecção e comunicação ao dispositivo vestível.....	95
Figura 48 - Componentes utilizados para avaliação do sistema de detecção	95
Figura 49 - <i>Layouts</i> do Protocolo de Mobilidade	96
Figura 50 - Procedimentos de coleta - participantes durante o experimento utilizando (a) NavWear (b) Bengala (c) NavWear e bengala.....	99
Figura 51 - Comparação do tempo médio para execução do Protocolo de Mobilidade	101

Figura 52 - Comparação do total de colisões com cada tipo de obstáculo.....	102
Figura 53 - Comparação das pontuações do SUS por afirmação	106
Figura 54 – Comparação das pontuações do NASA TLX em cada dimensão	109
Figura 55 – Comparação da percepção de segurança.....	110
Figura 56 - Comparação da percepção de dificuldade	111
Figura 57 – Imagens utilizadas no DS dos dispositivos em uso	114
Figura 58 – Comparação das pontuações dos pares adjetivos do DS	116
Figura 59 – Comparação da distribuição das notas por pares adjetivos do DS	120

Lista de tabelas

Tabela 1 - Classificação do grau de deficiência visual baseado na acuidade visual apresentada	27
Tabela 2 - Causas mais frequentes da deficiência visual	29
Tabela 3 - Descrição da amostra (N = 8)	48
Tabela 4 - Distribuição diária de tempo de uso e intensidades de atividade física relacionadas às características da amostra (N = 8)	51
Tabela 5 - Lista de componentes utilizados no sistema	69
Tabela 6 - Diretrizes para escolha de material do protótipo	88
Tabela 7 - Lista de materiais utilizados na confecção do protótipo.....	89
Tabela 8 – Número de colisões distribuídas por dispositivo, <i>layout</i> e tipo de obstáculo.....	102
Tabela 9 – Comparação das pontuações do SUS	105
Tabela 10 – Comparação das pontuações do NASA-TLX em cada dimensão	108
Tabela 11 – Caracterização da amostra (N = 108).....	115
Tabela 12 – Comparação das pontuações dos pares adjetivos do DS	117

Lista de siglas e abreviaturas

AF	Atividade Física
AFM	Atividade Física Moderada
AFMI	Atividade Física Moderada à Intensa
AV	Acuidade Visual
ANOVA	Análise de variância
AioT	<i>Artificial Intelligence of Things</i>
CBO	Conselho Brasileiro de Oftalmologia
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Deficiência e Saúde
DCU	Design Centrado no Usuário
DP	Desvio Padrão
DS	Diferencial Semântico
ETA	<i>Electronic Travel Aids</i>
FAAC	Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design
FPS	<i>Frame per seconds</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de Massa Corporal
IMU	<i>Inertial Measurement Unit</i> (Unidade de Medição Inercial)
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISO	<i>Internation Organization for Standardization</i>
LEI	Laboratório de Ergonomia e Interfaces
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
NASA-TLX	<i>Nasa Task Load Index</i>
NavWear	<i>Navigation Wearable System</i>
NTA	Núcleo de Tecnologia Assistiva
OMS	Organização Mundial da Saúde
PcD	Pessoa com Deficiência
PcDV	Pessoa com Deficiência Visual
PET	Polietileno tereftalano
PLA	<i>Polylactic acid</i> (Ácido Polilático)

PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis</i>
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i> (Policloreto de Vinilo)
QUEST	<i>Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por Radiofrequência)
RGB	<i>Red Green Blue</i>
RGB-D	<i>Red Green Blue – depth</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TA	Tecnologia Assistiva
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
ToF	<i>Time-of-flight</i>
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
USB	<i>Universal Serial Bus</i> (Porta Serial Universal)
WHO	<i>World Health Organization</i>

Sumário

Resumo	VII
Abstract	VIII
Lista de figuras	IX
Lista de tabelas	XII
Lista de siglas e abreviaturas	XIII
Sumário	XV
1 Introdução	19
1.1 Justificativa	19
1.2 Motivação	20
1.3 Questão de pesquisa	21
1.4 Hipóteses	21
1.5 Objetivos	22
1.6 Procedimentos metodológicos	22
1.7 Contribuições	24
1.8 Estrutura da tese	24
2 Referencial teórico	25
2.1 A deficiência visual	25
2.1.1 Definição	25
2.1.2 Panorama nacional e global	27
2.2 A mobilidade da pessoa com deficiência visual	29
2.3 Tecnologias Assistivas para mobilidade pessoal	30
2.3.1 Dispositivos vestíveis para mobilidade	36
2.4 Design, Ergonomia e Tecnologia Assistiva	39
2.4.1 Design centrado no usuário	41

2.4.2 A relação entre usuário e Tecnologia Assistiva	41
3 Estudos de caracterização do público alvo (Fase 1)	44
3.1 Caracterização da mobilidade de pessoas com deficiência visual	44
3.1.1 Materiais e Métodos	44
3.1.2 Análise de dados	46
3.1.3 Resultados e Discussão	47
3.2 Avaliação da satisfação do usuário com seu atual dispositivo para mobilidade pessoal	52
3.2.1 Materiais e Métodos	52
3.2.2 Resultados e Discussão	52
3.3 Perfil do Impacto da Deficiência Visual	54
3.3.1 Materiais e Métodos	54
3.3.2 Resultados e Discussão	55
3.4 Entrevista com profissional	57
3.4.1 Materiais e Métodos	57
3.4.2 Resultados e Discussão	57
4 Desenvolvimento (Fase 2)	59
4.1 Revisão sistemática de dispositivos vestíveis para mobilidade de pessoas com deficiência visual	59
4.1.1 Materiais e Métodos	59
4.1.1.1 Estratégia de busca	59
4.1.1.2 Critérios de elegibilidade	59
4.1.1.3 Seleção de estudos	60
4.1.1.4 Extração de dados	60
4.1.2 Resultados e Discussão	60
4.1.2.1 Tecnologias para detecção de obstáculos	61
4.1.2.2 Canais de comunicação com o usuário	63
4.1.2.3 Métodos de avaliação	64
4.1.2.4 Dimensões do dispositivo vestível	65

4.1.2.5 Custo de desenvolvimento do dispositivo vestível	65
4.1.2.6 Recomendações para o design e avaliação de dispositivos vestíveis para orientação e mobilidade de adultos com deficiência visual	66
4.2 Diretrizes de projeto	67
4.3 Sistema para detecção e comunicação de obstáculos	68
4.4 Confeção do protótipo	73
4.4.1 <i>Sketches</i> iniciais	73
4.4.2 <i>Mockups</i>	78
4.4.3 Protótipo	88
5 Avaliação (Fase 3)	94
5.1 Avaliação do protótipo em ambiente controlado	94
5.1.1 Materiais e Métodos	94
5.1.2 Análise de dados	100
5.1.3 Resultados e Discussão	100
5.1.3.1 Caracterização da amostra	100
5.1.3.2 Tempo	100
5.1.3.3 Colisões	101
5.1.3.4 Usabilidade	104
5.1.3.5 Carga de tarefa	108
5.1.3.6 Percepção de segurança	109
5.1.3.7 Percepção da dificuldade para realizar a tarefa	110
5.2 Avaliação da percepção de observadores sobre o usuário	112
5.2.1 Materiais e Métodos	112
5.2.2 Análise de dados	114
5.2.3 Resultados e Discussão	115
6 Conclusões	122
Referências	124
Apêndices	135
Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	135

Apêndice B - Autorização para realização dos estudos na instituição	136
Apêndice C - Protocolo de caracterização da amostra – estudo 1	137
Apêndice D - Protocolo Perfil do Impacto da Deficiência Visual	141
Apêndice E - Roteiro de entrevista com profissional de Orientação & Mobilidade	143
Apêndice F - Estratégia de busca utilizada no PubMed	144
Apêndice G – Desenho técnico de clipe para fixação da câmera	145
Apêndice H – Caixa para componentes – versão final	147
Apêndice I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – estudo 2	150
Apêndice J - Termo de Autorização de Uso de Imagem	151
Apêndice K - Protocolo de caracterização da amostra – estudo 2	152
Apêndice L - Ordem dos dispositivos e dos layouts utilizada nos experimentos	153
Apêndice M - <i>System Usability Scale (SUS)</i> adaptado	154
Apêndice N - <i>NASA Task Load Index (TLX)</i> adaptado	155
Apêndice O – Instruções para realização dos experimentos	156
Apêndice P – Análise estatística – Avaliação do protótipo	157
Apêndice Q – Protocolo de Diferencial Semântico Bengala + NavWear	163
Apêndice R – QR Codes	167
Apêndice S – Análise estatística – Avaliação sobre o usuário	168
Anexos	170
Anexo A - Parecer Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP-Bauru	170
Anexo B - Protocolo de avaliação da satisfação do usuário com a Tecnologia Assistiva de Quebec B-QUEST (2.0)	176

1 Introdução

1.1 Justificativa

A deficiência visual é resultado de uma condição ocular, presente em milhares de pessoas no mundo, que dificulta a realização de diversas atividades de vida diária, como a mobilidade, influenciando a saúde, participação social e a qualidade de vida do indivíduo.

As Tecnologias Assistivas (TA) são instrumentos utilizados para compensar alguma funcionalidade reduzida, contribuindo para a inclusão social de seus usuários (BERSCH, 2017). A bengala longa é um dispositivo para mobilidade pessoal, com custo acessível e interface simples, que fornece informações sobre o terreno, detectando obstáculos no caminho do usuário. Entretanto, a bengala não é capaz de identificar obstáculos localizados acima da cintura do usuário, não oferecendo proteção contra potenciais colisões e acidentes. Além disso, a estética da bengala longa é estigmatizada, visto que o dispositivo é um elemento identificador da deficiência de seu usuário. Tais fatores podem influenciar o uso da TA e levar ao seu abandono.

Com o envelhecimento populacional e o aumento da população cega, pesquisas na área de TA para pessoas com deficiência visual (PcDV) apresentam um relevante impacto social. Observa-se um crescente interesse na produção de TA para mobilidade de PcDV (BHOWMICK; HAZARIKA; 2017, SANTOS et al., 2018; SANTOS et al., 2021b). Os dispositivos eletrônicos para navegação são desenvolvidos para oferecer benefícios à mobilidade diária e empregam diversas tecnologias e interfaces de comunicação com o usuário. Apesar das diversas vantagens tecnológicas reportadas, poucos usuários utilizam esses dispositivos (BALL, 2008; ADEBIYI et al., 2017).

A evolução e popularização das tecnologias vestíveis podem contribuir para a aceitação da TA e de seu usuário (SHINOHARA; WOBBROCK, 2011; SANTOS et al., 2022). Contudo, até o presente momento, a maioria dos estudos de desenvolvimento e avaliação abordam os aspectos funcionais, negligenciando os aspectos psicológicos, ergonômicos e sociais, os quais estão relacionados à aceitação e à satisfação do usuário. Lanutti (2019) destaca que as TAs são produtos com boa qualidade funcional, mas com pouca inovação nos aspectos estéticos e simbólicos, os quais influenciam a aceitação social desses objetos e de seus usuários.

A aceitação do usuário é um fator fortemente relacionado à satisfação, uso e abandono da TA. Diversos fatores influenciam a aceitação da TA como, por exemplo, a usabilidade e a estética, que estão relacionadas à interação entre usuário e TA. A usabilidade analisa aspectos funcionais e perceptivos da interface (IIDA, 2016). A estética da TA, por sua vez, tem grande influência em como essa e seus usuários são vistos (SANTOS et al., 2022). Segundo Shinohara e Wobbrock (2011), a estética da TA pode fazer com que seus usuários se sintam estigmatizados e, conseqüentemente, influenciar a aceitação social.

O Design e a Ergonomia podem contribuir no desenvolvimento de TA, melhorando aspectos da interface com o usuário, como facilidade de uso e conforto, influenciando a satisfação e usabilidade, e aspectos estéticos e simbólicos, influenciando a percepção de estigma. Desta forma, ao desenvolver uma TA, designers devem considerar tanto os aspectos funcionais como psicológicos, ergonômicos e sociais para garantir que as necessidades dos usuários sejam atendidas e ao mesmo tempo minimizar a ocorrência de simbolismos negativos, contribuindo, assim, para a aceitação de seus usuários (SANTOS et al., 2022).

1.2 Motivação

Além do impacto social, destaca-se como motivação para esta pesquisa o interesse pelo tema. O Design e a Ergonomia têm o potencial de contribuir para a inclusão social e qualidade de vida das pessoas. Visando explorar esse potencial, foram desenvolvidos estudos para o público com deficiência visual (Figura 1). O primeiro estudo foi o desenvolvimento de um brinquedo para crianças com deficiência visual (SANTOS, 2016). Em seguida, os estudos foram direcionados para o público adulto com deficiência visual, focando nas dificuldades enfrentadas na mobilidade pessoal, com destaque para a detecção de obstáculos. Através de uma avaliação de uma bengala eletrônica, foi possível identificar os pontos positivos, como o uso de tecnologias para exploração do ambiente e comunicação em tempo real com o usuário, assim como pontos que poderiam ser melhorados, como a interface usuário-tecnologia (SANTOS, 2019; SANTOS et al., 2021a). A partir dos resultados observados em estudo anterior, estruturou-se o tema de pesquisa deste projeto.

Figura 1 - Trajetória acadêmica



Fonte: elaborada pela autora.

1.3 Questão de pesquisa

Os dispositivos eletrônicos para navegação oferecem diversos benefícios à mobilidade de pessoas com deficiência visual. Contudo, a maioria dos estudos relatam o desenvolvimento e a avaliação de aspectos funcionais, não explorando os aspectos subjetivos de interação entre usuário e TA. Usuários interagem com a TA para realizar tarefas dentro de um contexto social e isso deve ser levado em consideração ao desenvolver e avaliar TAs (BALL, 2008). Dessa forma, definiu-se a seguinte questão de pesquisa:

Uma nova proposta de dispositivo vestível para mobilidade, que utilize tecnologias para exploração do ambiente para detecção e comunicação de obstáculos, irá influenciar a usabilidade e a forma como observadores percebem o usuário?

1.4 Hipóteses

A partir da questão de pesquisa, foram formuladas duas hipóteses:

H1. Um novo dispositivo vestível para mobilidade de pessoas com deficiência visual, que utilize tecnologias para exploração do ambiente, influenciará a usabilidade.

H2. O dispositivo vestível para mobilidade de pessoas com deficiência visual irá influenciar a percepção de observadores sobre seu usuário.

Como o dispositivo teve como objetivo complementar a funcionalidade da bengala longa, foram estabelecidas as seguintes sub-hipóteses com base nas duas hipóteses principais:

H1.1 O uso do dispositivo desenvolvido com a bengala irá promover a usabilidade durante a mobilidade.

H2.1 O uso do dispositivo com a bengala não aumentará o estigma associado ao usuário da bengala longa.

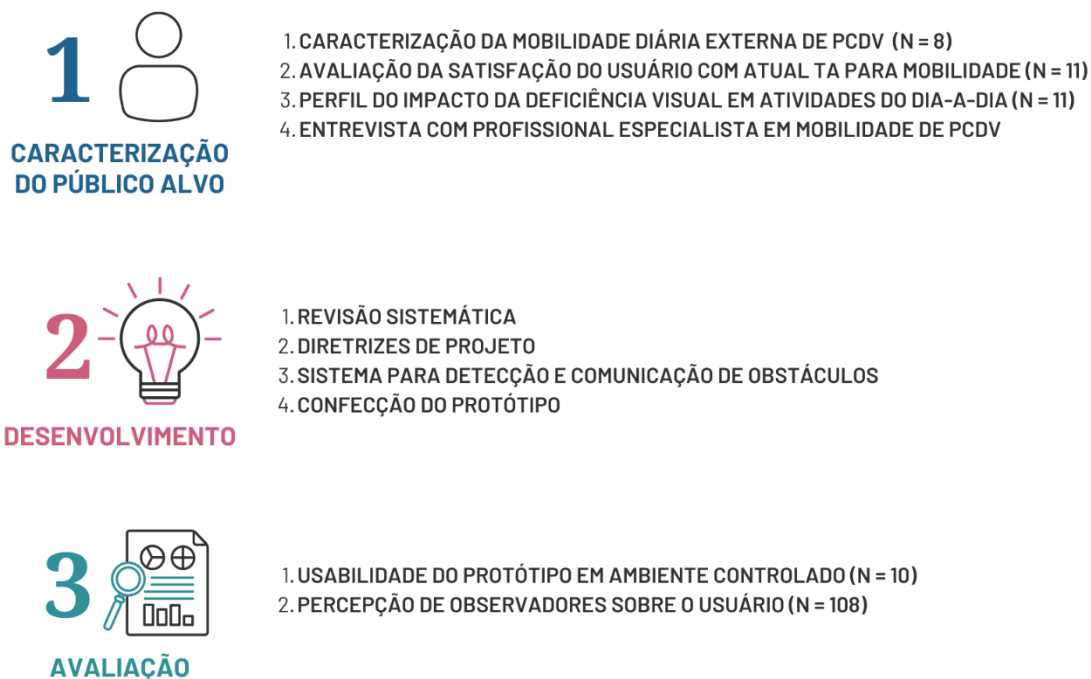
1.5 Objetivos

O objetivo principal deste projeto de pesquisa foi desenvolver e avaliar um dispositivo vestível para mobilidade de pessoas com deficiência visual, visando promover a usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) ao mesmo tempo que não aumentar o estigma associado ao seu usuário. Para o cumprimento do objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Conhecer as características, necessidades e desejos do público alvo no que se refere à mobilidade diária e Tecnologia Assistiva;
- Realizar um levantamento, a partir de uma revisão sistemática, para identificar as tecnologias e interfaces utilizadas em dispositivos vestíveis para mobilidade de pessoas com deficiência visual que oferecem maior segurança, independência e autonomia;
- Desenvolver um protótipo de dispositivo vestível para a mobilidade do usuário com deficiência visual a partir das diretrizes definidas com base nos estudos;
- Avaliar a usabilidade do protótipo desenvolvido em ambiente controlado e a percepção de observadores sobre o usuário.

1.6 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram fundamentados em raciocínio indutivo, caracterizados por estudo transversal com experimentação laboratorial e aplicação de método misto (coleta de dados qualitativos e quantitativos). O projeto foi dividido em três fases (Figura 2) que contemplam o embasamento para desenvolvimento do protótipo até a avaliação do mesmo.

Figura 2 - Fases do projeto de pesquisa

Fonte: elaborada pela autora.

A primeira fase teve como objetivo conhecer e compreender as necessidades e preferências do usuário. Nesta fase foram realizados os estudos (i) caracterização da mobilidade diária, (ii) avaliação da satisfação do usuário com sua tecnologia assistiva de uso, (iii) perfil do impacto da deficiência visual e (iv) entrevista com profissional de mobilidade. A participação nestes estudos foi voluntária e todos os participantes foram esclarecidos sobre os procedimentos, objetivos, potenciais riscos e contribuições do estudo - os quais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP-Bauru (ANEXO A). Foram recrutados 11 adultos com deficiência visual para participar dos estudos i, ii e iii. Todos os participantes consentiram sua participação nos estudos através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) registrado em forma de gravação de vídeo conforme Resolução 510/2016, Capítulo I, Art. 2º, XXII. Com base nos resultados, foi possível identificar os principais problemas enfrentados pelas pessoas com deficiência visual na mobilidade diária e, desta forma, foram definidas diretrizes para solucioná-los.

A segunda fase compreendeu o desenvolvimento do protótipo, que consiste em um sistema vestível, baseado em visão computacional, que detecta obstáculos

não detectados pela bengala tradicional. Esta fase foi realizada em parceria com o Núcleo de Tecnologia Assistiva - NTA, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Nessa fase também foi realizada uma revisão sistemática com o objetivo de identificar as principais tecnologias utilizadas para proporcionar mobilidade segura e independente em dispositivos vestíveis para pessoas com deficiência visual.

A terceira fase envolveu a avaliação do protótipo desenvolvido, que foi dividida em dois estudos: validação técnica e avaliação da usabilidade em ambiente controlado com 10 sujeitos vendados; e avaliação da percepção de observadores sobre o usuário do protótipo e da bengala longa com 108 sujeitos.

1.7 Contribuições

As contribuições deste projeto incluem o desenvolvimento de um sistema vestível para detecção e comunicação de obstáculos para pessoas com deficiência visual, que não influencie a marcha e não adicione simbolismo negativo ao usuário. O sistema é baseado em uma câmera RGB de profundidade, comunicação tátil e diretrizes definidas através de estudos com usuários. Este projeto também inclui diretrizes para o desenvolvimento de sistemas vestíveis para mobilidade de pessoas com deficiência visual e uma metodologia simples e reprodutível para avaliação de dispositivos para mobilidade de pessoas com deficiência visual.

1.8 Estrutura da tese

A presente tese encontra-se estruturada em seis capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma contextualização sobre a problemática investigada. O Capítulo 2 descreve uma revisão de literatura sobre os principais temas abordados neste projeto. O Capítulo 3 apresenta os estudos preliminares realizados com usuários para conhecer suas principais demandas no que se refere à mobilidade diária externa. O Capítulo 4 descreve o desenvolvimento do protótipo a partir das diretrizes definidas com base nos resultados dos estudos com usuários e de revisão sistemática da literatura sobre dispositivos similares desenvolvidos pela comunidade científica. O Capítulo 5 apresenta as avaliações realizadas com o protótipo. O Capítulo 6 conclui a tese, apresentando as contribuições deste estudo e as recomendações para estudos futuros.

6 Conclusões

O presente projeto propôs o desenvolvimento e a avaliação de um dispositivo vestível para detecção e comunicação de obstáculos para pessoas com deficiência visual.

Através dos estudos de caracterização, foi possível identificar as necessidades e limitações do público alvo no que se refere à mobilidade externa diária. Os resultados dos estudos com usuários nortearam a definição de diretrizes do projeto e o estudo de revisão sistemática contribuiu na definição de soluções aos problemas identificados.

O desenvolvimento do protótipo foi realizado por uma equipe interdisciplinar considerando as funções práticas, estéticas e simbólicas, visando contribuir para a mobilidade da pessoa com deficiência visual, assim como oferecer uma experiência de uso positiva e agradável ao usuário.

O protótipo desenvolvido foi avaliado sob duas perspectivas: usabilidade do dispositivo e percepção de observadores sobre o usuário. A primeira avaliação foi realizada em um ambiente controlado com atividades de simulação de uso com adultos vendados. Embora o uso do protótipo tenha resultado em maior tempo em comparação à bengala, observou-se que o uso combinado das tecnologias resultou em menos colisões. Além disso, o uso do protótipo resultou em percepções mais altas de segurança, confiança e desempenho, e menor percepção de dificuldade, carga física, esforço e frustração para realizar o Protocolo de Mobilidade. O protótipo também apresentou excelente avaliação no SUS, com destaque para a disposição dos participantes em utilizar o protótipo se necessário. Embora os resultados não possam ser generalizados para usuários com deficiência visual, visto que eles podem ter uma interação diferente com o protótipo, eles são promissores e destacam o potencial para uso em ambientes externos. Portanto, tais resultados atendem parcialmente a primeira hipótese e sub-hipótese.

Com relação à percepção de observadores, no geral, o usuário do conjunto bengala e protótipo recebeu mais classificações positivas, sendo considerado mais saudável, sociável e forte em comparação ao usuário de bengala. Tais resultados sugerem que o uso do protótipo associado à bengala não resultou em avaliações mais negativas em relação ao usuário e, portanto, atendem a segunda sub-hipótese.

Os resultados deste estudo fornecem informações sobre os potenciais benefícios e limitações do protótipo desenvolvido, com importantes implicações para o processo de adoção de uma Tecnologia Assistiva. Com base nessas observações, são identificados pontos que podem ser melhorados no protótipo, assim como diretrizes para estudos futuros:

- Posicionar a câmera no centro do tronco do usuário, de forma confortável e que se adeque a maioria das dimensões corporais, para aumentar o limite do campo de visão da câmera e, conseqüentemente, melhorar a detecção de obstáculos;
- Adicionar alertas sonoros oferecendo ao usuário a possibilidade de escolher o tipo de *feedback* que se sentir mais confortável;
- Utilizar diferentes pares de descritores para avaliar a percepção de observadores sobre o usuário;
- Realizar avaliações com usuários reais com deficiência visual para investigar o processo de interação com o protótipo;
- Realizar experimentos em ambiente externo com diferentes condições de trajetória e obstáculos;
- Fornecer maior tempo de treinamento para investigar o processo de aprendizagem e adaptação com o protótipo.

Por fim, o presente estudo contribui para as áreas do Design, Ergonomia e Tecnologia Assistiva, demonstrando a importância de incluir o usuário no processo de design, assim como utilizar uma equipe interdisciplinar no desenvolvimento de um dispositivo para mobilidade. Além disso, este estudo fornece diretrizes para o desenvolvimento de dispositivos vestíveis para mobilidade de pessoas com deficiência visual e apresenta uma proposta atualizada, simples e reproduzível de Protocolo de Mobilidade para avaliação de dispositivos para pessoas com deficiência visual.

Referências

ABDELRAOUF, O. R. *et al.* Effect of backpack shoulder straps length on cervical posture and upper trapezius pressure pain threshold. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, n. 9, p. 2437-2440, 2016. DOI 10.1589/jpts.28.2437

ACTIGRAPH. ActiGraph GT9X Link. Disponível em: <https://theactigraph.com/actigraph-link>

ADEBIYI, A. P. *et al.* Assessment of feedback modalities for wearable visual aids in blind mobility. **PLoS ONE**, v. 12, n. 2, Feb. 2017. DOI 10.1371/journal.pone.0170531.

ALADRÉN, A. LÓPEZ-NICOLÁS, G., PUIG, L., GUERRERO, J. J. Navigation assistance for the visually impaired using RGB-D sensor with range expansion. **IEEE Syst. J.**, v. 10, n. 3, p. 922932, Sep. 2016. DOI 10.1109/JSYST.2014.2320639.

ALDESCO, A. PL ajuda a identificar tipo de deficiência visual. **Assembleia Legislativa Espírito Santo**. 27 agosto 2021. Disponível em: <https://www.al.es.gov.br/Noticia/2021/08/41619/pl-ajuda-a-identificar-tipo-de-deficiencia-visual.html#:~:text=Por%20conven%C3%A7%C3%A3o%2C%20adota%2Dse%20a,as%20cores%20branca%20e%20vermelha>. Acesso em: 05 ago. 2022.

ASGHAR, S.; TORRENS, G. E.; HARLAND, R. Cultural influences on perception of disability and disabled people: a comparison of opinions from students in the United Kingdom (UK) Pakistan (PAK) about a generic wheelchair using a semantic differential scale, **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 15, n. 3, p. 292-304, 2020. DOI: 10.1080/17483107.2019.1568595

BAHADIR, S. K.; KONCAR, V.; KALAOGLU, F. Wearable obstacle detection system fully integrated to textile structures for visually impaired people. **Sens. Actuators A, Phys.**, v. 179, p. 297311, Jun. 2012. DOI 10.1016/j.sna.2012.02.027.

BAI, J.; LIAN, S.; LIU, Z.; WANG, K.; LIU, D. Virtual-blind-road following-based wearable navigation device for blind people. **IEEE Trans. Consum. Electron.**, v. 64, n. 1, p. 136143, Feb. 2018. DOI 10.1109/TCE.2018.2812498.

BAI, J.; Liu, Z.; Lin, Y.; Li, Y.; Lian, S.; Liu, D. Wearable travel aid for environment perception and navigation of visually impaired people. **Electronics**, v. 8, n. 6, p. 127, 2019. DOI 10.3390/electronics8060697.

BAJAJ, R. *et al.* Validating the accuracy of an activity monitor in a visually impaired older population. **Ophthalmic and Physiological Optics**, vol. 38, n. 5, p. 562–569, 2018.

BALL, E. M. Electronic travel aids: an assessment. *Assistive technology for visually impaired and blind people*: Springer; 2008. p. 289-321.

BANGOR, A.; KORTUM, P.T.; MILLER, J.T. An empirical evaluation of the system usability scale. **Int. J. Hum. Comput. Interact.**, v. 24, p. 574–594, 2008. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>.

BANKS, J. Gangsters and wheelchairs: urban teachers' perceptions of disability, race and gender. **Disability & Society**, v. 30, n. 4, p. 569–582, 2015.

BARONTINI, F.; CATALANO, M. G.; PALLOTTINO, L.; LEPORINI, B.; BIANCHI, M. Integrating wearable haptics and obstacle avoidance for the visually impaired in indoor navigation: A user-centered approach. **IEEE Trans. Haptics**, vol. 14, n. 1, p. 109122, Jan. 2021. DOI 10.1109/TOH.2020.2996748.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 05 Jul. 2022.

BHATLAWANDE, S. *et al.* Electronic bracelet and vision enabled waist-belt for mobility of visually impaired people. **Assistive Technol.**, vol. 26, n. 4, p. 186195, Oct. 2014. DOI 10.1080/10400435.2014.915896.

BHOWMICK, A.; HAZARIKA, S. M. An insight into assistive technology for the visually impaired and blind people: state-of-the-art and future trends. **J Multimodal User Interfaces**, v. 11, p. 149-172, 2017.

BONFIM, G. H. C. **A influência da forma e da cor sobre os aspectos perceptivos da usabilidade e interação biomecânica em embalagens de água mineral**. 2019. 223 f. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019

BOURNE, R. R. A. *et al.* Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: A systematic review and metaanalysis. **Lancet Glob. Heal.**, vol. 5, n. 9, Sep. 2017. DOI 10.1016/S2214-109X(17)30293-0.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm#art2%C2%A72. Acesso em: 05 jul. 2022.

BRASIL. **PROJETO DE LEI N.º 4.189-B, de 2019**. Dispõe sobre a regulamentação da coloração da órtese denominada "bengala longa" para fins de identificação da condição de seu usuário. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2071163. Acesso em: 05 ago. 2022.

BROOKE, J. SUS: A quick and dirty usability scale. In: JORDAN, P. W.; THOMAS, B.; WEERDMEESTER, B. A.; McCLELLAND, I. L. (Eds.), *Usability evaluation in industry*. London: Taylor & Francis, 1996, p. 4–7.

CARAIMAN, S.; ZVORISTEANU, O.; BURLACU, A.; HERGHELEGIU, P. Stereo vision based sensory substitution for the visually impaired. **Sensors**, vol. 19, n. 12, p. 2771, Jun. 2019. DOI 10.3390/s19122771.

CARDIN, S.; THALMANN, D.; VEXO, F. A wearable system for mobility improvement of visually impaired people. **Vis. Comput.**, vol. 23, n. 2, p. 109118, Jan. 2007. DOI 10.1007/s00371-006-0032-4.

CARVALHO, K. E. C.; GOIS Jr, M. B.; SÁ, K. N. Tradução e validação do Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) para o idioma português do Brasil. **Revista Brasileira de Reumatologia**. vol. 54. n 4., São Paulo, 2014.

CONSELHO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA. **As Condições de Saúde Ocular no Brasil**. Edição 1, São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf Acesso em: 02 mai. 2023.

CHEN, S.; YAO, D.; CAO, H.; SHEN, C. A novel approach to wearable image recognition systems to aid visually impaired people. **Appl. Sci.**, v. 9, n. 16, p. 3350, Aug. 2019. DOI 10.3390/app9163350.

CHENG, P.-H. Wearable ultrasonic guiding device with white cane for the visually impaired: A preliminary verisimilitude experiment. **Assistive Technol.**, v. 28, n. 3, p. 127136, Jul. 2016. DOI 10.1080/10400435.2015.1123781.

COLLINS, J. E. *et al.* Validation of the fitbit charge 2 compared to the actigraph GT3X+ in older adults with knee osteoarthritis in free-living conditions. **PLoS ONE**, v. 14, n. 1, p. 1–14, 2019.

CUNHA, J. M. **O design em projetos de tecnologias assistivas: diretrizes da estética para redução do estigma**. 2020. 243 p. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Programa de Pós Graduação em Design, Florianópolis, 2020.

CUTURI, L. F. *et al.* From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**. v. 71, p. 240-251, 2016.

DAKOPOULOS, D.; BOURBAKIS, N. G. Wearable obstacle avoidance electronic travel aids for blind: A survey. **IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. C, Appl. Rev.**, v. 40, n. 1, p. 2535, Jan. 2010. DOI 10.1109/TSMCC.2009.2021255.

ELMANNAI, W. M.; ELLEITHY, K. M. Sensor-based assistive devices for visually impaired people: Current status, challenges, and future directions. **Sensors**, v. 17, n. 3, p. 565, Mar. 2017. DOI 10.3390/s17030565.

ELMANNAI, W. M.; ELLEITHY, K. M. A highly accurate and reliable data fusion framework for guiding the visually impaired. **IEEE Access**, v. 6, p. 33029-33054, 2018. DOI 10.1109/ACCESS.2018.2817164.

ESPINEL, P. T. *et al.* Older adults' time in sedentary, light and moderate intensity activities and correlates: Application of Australian Time Use Survey, **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 2, p. 161–166, 2015.

FAUCETT H. A., RINGLAND K. E., CULLEN A. L. L. *et al.* (In)visibility in disability and assistive technology. **ACM Trans Access Comput**, v. 10, n. 4, p. 1–17, 2017.

FELDMAN, E. L. *et al.* Diabetic neuropathy. **Nature Rev. Disease Primers**, v. 5, n. 1, p. 118, Dec. 2019. DOI 10.1038/s41572-019-0092-1.

FELISBERTO, L. C.; PASCHOARELLI, L. C. Dimensionamento preliminar de postos de trabalho e produtos – modelos antropométricos em escala. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** VII International Conference on Industrial Engineering e Operations Management, 2001, Salvador. Proceedings, 2001. 1 CD ROM.

FELLINGHAUER, A.G.; ROTH, A.; BUGARLI, K.; REINHARDT, J.D. Construct Validity, Test-Retest Reliability, and Internal Consistency of the Photo Elicitation Semantic Differential Scale (PESD) in Disability Studies. **J Dev Phys Disabil**, v. 23, p. 257-265, 2011.

FERNANDES, H. *et al.* A review of assistive spatial orientation and navigation technologies for the visually impaired. **Univ Access Inf Soc.**, v. 18, p. 155–168, 2019. DOI 10.1007/s10209-017-0570-8

FINGER R. P. *et al.* Developing the Impact of Vision Impairment–Very Low Vision (IVIVLV) questionnaire as part of the LoVADA protocol. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, v. 55, p. 6150–6158, 2014.

FOUCAULT, J. *et al.* INSPEX: Optimize range sensors for environment perception as a portable system. **Sensors**, v. 19, n. 19, p. 4350, Oct. 2019. DOI 10.3390/s19194350.

GAO, Y. *et al.* Wearable virtual white cane: Assistive technology for navigating the visually impaired. **J. Med. Devices**, v. 8, n. 2, Jun. 2014. DOI 10.1115/1.4027033.

GERMANO, F. A. S. *et al.* Estudo das causas de cegueira e baixa de visão em uma escola para deficientes visuais na cidade de Bauru. **Rev. bras. oftalmol.**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 183-187, 2019.

GIL, N. **Deficiência Visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.

GOLRIZ, S.; HEBERT, J. J.; BO FOREMAN; K., WALKER; B. F. The effect of shoulder strap width and load placement on shoulder-backpack interface pressure. **Work**, v. 58, n. 4, p. 455–461, 2017. DOI 10.3233/wor-172651.

GOSS-SAMPSON, M. Statistical analysis in JASP: A guide for students. 2018

GRANT, P *et al.* Performance of Real-world Functional Tasks Using an Updated Oral Electronic Vision Device in Persons Blinded by Trauma. **Optometry and Vision Science**, v. 95, n. 9, p 766-773, September 2018. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001273

GUNDEWAR, P. P.; DEOKAR, S. M.; PATANKAR, S. S.; ABHYANKAR, H. K.; BHATLAWANDE, S. S.; KULKARNI, J. V. Development of prototype for obstacle detection for visually impaired using defocus measure. **Int. J. Adv. Sci. Technol.**, v. 29, n. 3, p. 5566-5582, 2020.

HADID, A; GOZES, G.; ATOON, A.; GEFEN, A.; EPSTEIN, Y. Effects of an improved biomechanical backpack strap design on load transfer to the shoulder soft tissues, **J. Biomech.**, v. 76, p. 45-52, Jul. 2018. DOI 10.1016/j.jbiomech.2018.05.016 Epub 2018 May 18

HALLEMANS, A; ORTIBUS, E.; MEIRE, F. *et al.* Low vision affects dynamic stability of gait. **Gait Posture**, v. 32, n. 4, p. 547–551, 2010.

HART, S. G. NASA Task Load Index (TLX): Paper-and-Pencil Version.1986 Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center, Aerospace Human Factors Research Division.

HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. **Advances in Psychology**, v. 52, p. 139-183, 1988. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9).

HICKS, S. L.; WILSON, I.; MUHAMMED, L.; WORSFOLD, J.; DOWNES, S. M.; KENNARD, C. Adepth-based head-mounted visual display to aid navigation in partially sighted individuals. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, Jul. 2013. DOI 10.1371/journal.pone.0067695.

HOLBROOK, E. A. *et al.* Physical activity, body composition, and perceived quality of life of adults with visual impairments. **Journal of Visual Impairment and Blindness**, v. 103, n. 1, p. 17–29, 2009.

HOSSAIN, E.; KHAN, R.; ALI, A. Design and data analysis for a belt for blind for visual impaired people. **Int. J. Adv. Mechatron. Syst.**, v. 3, n. 56, p. 384-397, 2011. DOI 10.1504/IJAMECHS.2011.045010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Características Gerais da População, Religião e Pessoas com Deficiência: Publicação Completa. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 2715 p.

IFUKUBE, T.; SASAKI, T.; PENG, C. A blind mobility aid modeled after echolocation of bats. **IEEE Trans. Biomed. Eng.**, v. 38, n. 5, p. 461–465, 1991.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

IKEDA, Y. *et al.* Night-vision aid using see-through display for patients with retinitis pigmentosa. **Japanese J. Ophthalmol.**, v. 63, n. 2, p. 181-185, Mar. 2019. DOI 10.1007/s10384-018-00644-5.

INFOMOMEY. Classes D e E continuarão a ser mais da metade da população até 2024, projeta consultoria. **InfoMoney**. 26 abr. 2022. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/classes-d-e-e-continuarao-a-ser-mais-da-metade-da-populacao-ate-2024-projeta-consultoria/> Acesso em: 02 mai. 2023.

INTEL. Intel RealSense Depth Camera D435i. Disponível em: <https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d435i/>

ISAKSSON, J.; JANSSON, T.; NILSSON, J. Audomni: Super-scale sensory supplementation to increase the mobility of blind and low-vision individuals: A pilot study. **IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.**, v. 28, n. 5, p. 1187-1197, May 2020. DOI 10.1109/TNSRE.2020.2985626.

ISLAM, M. *et al.* Developing Walking Assistants for Visually Impaired People: A Review. **IEEE SENSORS JOURNAL**, v. 19, n. 8, p. 2814-2828, 15 Abr. 2019.

ISO. ISO 9241-11. **Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)-Part 11, Guidance on Usability**, 1998.

ISO 9241-210:2019. **Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems**. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en> Acesso em: 19 mai. 2023.

JAFRI, R.; KHAN, M. M. User-centered design of a depth data-based obstacle detection and avoidance system for the visually impaired. **Hum. Cent. Comput. Inf. Sci.** v. 8, n. 14, 2018.

JOHNSON, S. T. *et al.* Walking: a matter of quantity and quality physical activity for type 2 diabetes management. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 33, n. 4, p. 797–801, 2008.

KASSIM, A. M. *et al.* Conceptual design and implementation of electronic spectacle-based obstacle detection for visually impaired persons. **J. Adv. Mech. Des., Syst., Manuf.**, v. 10, n. 7, 2016. DOI 10.1299/jamdsm.2016jamdsm0094.

KATZSCHMANN, R. K.; ARAKI, B.; RUS, D. Safe local navigation for visually impaired users with a time-of-ight and haptic feedback device. **IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.**, v. 26, n. 3, p. 583-593, Mar. 2018. DOI 10.1109/TNSRE.2018.2800665.

KILIAN, J.; NEUGEBAUER, A.; SCHERFFIG, L.; WAHL, S. The Unfolding Space Glove: A Wearable Spatio-Visual to Haptic Sensory Substitution Device for Blind People. **Sensors**, v. 22, n. 5, p. 1859, 2022. DOI 10.3390/s22051859.

KIM, J-E. *et al.* Human factors considerations in designing a personalized mobile dialysis device: An interview study. **Applied Ergonomics**, v. 85, May 2020.

KIM, S. Y.; CHO, K. Usability and Design Guidelines of Smart Canes for Users with Visual Impairments. **International Journal of Design**, v. 7, n. 1, p. 99-110, 2013.

KIURU, T. M. *et al.* Assistive device for orientation and mobility of the visually impaired based on millimeter wave radar technology Clinical investigation results. **Cogent Eng.**, v. 5, n. 1, Jan. 2018. DOI 10.1080/23311916.2018.1450322.

KURIAKOSE, B.; SHRESTHA, R.; SANDNES, F. E. Tools and technologies for blind and visually impaired navigation support: A review. **IETE Tech. Rev.**, p. 116, Sep. 2020. DOI 10.1080/02564602.2020.1819893.

KURIBAYASHI, M. *et al.* Corridor-Walker: Mobile Indoor Walking Assistance for Blind People to Avoid Obstacles and Recognize Intersections, In: Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, v. 6, p. 1-22, 2022.

LANUTTI, J. N. L.; MEDOLA, F. O., GONÇALVES, D. D. *et al.* The significance of manual wheelchairs: a comparative study on male and female users. **Procedia Manuf.**, v. 3, p. 6079–6085, 2015.

LANUTTI, J. N. L. **Compreensão dos aspectos emocionais em diferentes cadeiras de rodas: Uma contribuição para o Design Ergonômico e Inclusivo**. 2019. 292 f. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019

LEE, J.-H.; KIM, D.; SHIN, B.-S. A wearable guidance system with interactive user interface for persons with visual impairment. **Multimedia Tools Appl.**, v. 75, n. 23, p. 15275-15296, Dec. 2016. DOI 10.1007/s11042-014-2385-4.

LEE, Y. H.; MEDIONI, G. RGB-D camera based wearable navigation system for the visually impaired. **Comput. Vis. Image Understand.**, v. 149, p. 320, Aug. 2016. DOI 10.1016/j.cviu.2016.03.019.

LIN, Q.; HAN, Y. A context-aware-based audio guidance system for blind people using a multimodal prole model. **Sensors**, v. 14, n. 10, p. 18670-18700, Oct. 2014. DOI 10.3390/s141018670.

LOBACH, B. Design Industrial - bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 206p.

LONG, S.K. et al. Using a mobile application to help visually impaired individuals explore the outdoors. In: DI BUCCHIANICO G, KERCHER P (editors). **Advances in design for inclusion. Advances in intelligent systems and computing**, 500. Cham (Switzerland): Springer; 2016. p. 213–223.

LONG, N.; WANG, K.; CHENG, R.; HU, W.; YANG, K. Unifying obstacle detection, recognition, and fusion based on millimeter wave radar and RGB-depth sensors for the visually impaired. **Rev. Sci. Instrum.**, v. 90, n. 4, p. 44102, 2019. DOI 10.1063/1.5093279.

LOUREIRO, M.; MACHADO, F. S. V.; MELLO, R.; FRIZERA, A. Desenvolvimento de uma estratégia de contagem e localização de objetos utilizando uma câmera RGB-D e um robô móvel. In: XXIV Congr. Bras. Automática, Fortaleza, Brazil, 2022: pp. 1–8.

LUGLI, D. et al. Bengala customizável para mulheres com deficiência visual. **Design & Tecnologia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 12, p. 44-53, 2015.

MAGUIRE, M. Methods to support human-centred design. **Int. J. Hum.-Comput. Stud.**, v. 55, n. 4, p. 587-634, Oct. 2001. DOI 10.1006/ijhc.2001.0503.

MAIDENBAUM, S. et al. The “EyeCane”, a new electronic travel aid for the blind: technology, behavior & swift learning. **Restor Neurol Neurosci.**, v. 32, n. 6., p. 813–824, 2014.

MANN, S. Wearable Computing. In: Soegaard, Mads and Dam, Rikke Friis (eds.). The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation. 2014. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/wearable-computing>. Acesso em: 11 dez. 19

MATTOS, L. M. **Julgamento visual de cadeiras de rodas: contribuições para o design de produtos assistivos**, 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2017.

MEDOLA, F. O.; PASCHOARELLI, L. C. Design e Deficiência: História, conceitos e perspectivas. p.126-133. In: **Ensaio em Design: Práticas Interdisciplinares**. Canal 6 Editora. 1a edição. Bauru-SP, 2014

MIASKIEWICZ, T.; KOZAR, K. A. Personas and user-centered design: How can personas benefit product design processes? **Design Studies**, v. 32, n. 5, p. 417-430, Set. 2011.

MOCANU, B.; TAPU, R.; ZAHARIA, T. When ultrasonic sensors and computer vision join forces for efficient obstacle detection and recognition. **Sensors**, v. 16, n. 11, p. 1807, Oct. 2016. DOI 10.3390/s16111807.

MOTTA, G. et al. Overview of Smart White Canes: Connected Smart Cane from Front End to Back End. In: E. PISSALOUX AND R. VELÁZQUEZ (eds.). **Mobility of Visually Impaired People**, Springer International Publishing AG, 2018. DOI 10.1007/978-3-319-54446-5_16

NAU, A.C. et al. A Standardized Obstacle Course for Assessment of Visual Function in Ultra Low Vision and Artificial Vision. **J. Vis. Exp.**, 2014. <https://doi.org/10.3791/51205>.

NORMAN, D. **The Design of Everyday Things**: Revised and Expanded Edition. New York: Basic Books, 2013.

NTAKOLIA, C.; DIMAS, G.; IAKOVIDIS, D.K. User-centered system design for assisted navigation of visually impaired individuals in outdoor cultural environments. *Univ Access Inf Soc* v. 21, p. 249–274, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00764-1>

NVIDIA. Jetson Nano Developer Kit. Disponível em: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>

OSGOOD, C. E.; SUCI, G. J.; TANNENBAUM, P. H. **The Measurement of Meaning**, Urbana, IL: University of Illinois Press, 1957.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021. DOI 10.1136/bmj.n71.

PAPE, T. L. B.; KIM, J.; WEINER, B. The shaping of individual meanings assigned to assistive technology: a review of personal factors. **Disabil Rehabil.**, v. 24, n. 1–3, p. 5–20, 2002.

PATIL, K.; JAWADWALA, Q.; SHU, F. C. Design and construction of electronic aid for visually impaired people. **IEEE Trans. Human-Mach. Syst.**, v. 48, n. 2, p. 172-182, Apr. 2018. DOI 10.1109/THMS.2018.2799588.

PETIOT, J.-F.; YANNOU, B. Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 33, n. 6, p. 507-525, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2003.12.004>.

PETSIUK, A. L.; PEARCE, J. M. Low-cost open-source ultrasound-sensing based navigational support for the visually impaired. **Sensors**, v. 19, n. 17, p. 3783, Aug. 2019. DOI 10.3390/s19173783

PLIKYNAS, D.; ZVIRONAS, A.; GUDAUSKIS, M.; BUDRIONIS, A.; DANIUSIS, P.; SLIESORAITYTE, I. Research advances of indoor navigation for blind people: A brief review of technological instrumentation. **IEEE Instrum. Meas. Mag.**, v. 23, n. 4, p. 22-32, Jun. 2020. DOI 10.1109/MIM.2020.9126068.

PUNDLIK, S.; TOMASI, M.; MOHARRER, M.; BOWERS, A. R.; LUO, G. Preliminary evaluation of a wearable camera-based collision warning device for blind individuals. **Optometry Vis. Sci.**, v. 95, n. 9, p. 747-756, Sep. 2018. DOI 10.1097/oxp.0000000000000000.

RAMADAN, M. Z.; AL-TAYYAR, S. N. Development and Experimental Verification of an Ergonomic Backpack. **Biomed Res Int.**, 2020. doi: 10.1155/2020/1437126.

RAMADHAN, A. Wearable smart system for visually impaired people. **Sensors**, v. 18, n. 3, p. 843, Mar. 2018. DOI 10.3390/s18030843.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução Nº 510, de 07 de abril de 2016**. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/reso510.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2019.

REYNARD, F., TERRIER, P. Role of visual input in the control of dynamic balance: variability and instability of gait in treadmill walking while blindfolded. **Experimental Brain Research**. v. 233, n. 4, p 1031–1040, 2015.

ROENTGEN, U. R. *et al.* The Impact Of Electronic Mobility Devices For Persons Who Are Visually Impaired: A systematic Review of Effects and Effectiveness. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, New York, v. 103, n. 11, p. 743-753, 2009.

SANTOS, A. D. P. **Teco: Brinquedo inclusivo para crianças com deficiência visual**. 2016. 88f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2016.

SANTOS, A. D. P.; MEDOLA, F. O.; PASCHOARELLI, L. C.; LANDIM, P. C. Tecnologia Assistiva para Pessoas com Deficiência Visual: uma análise da produção tecnológica no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, n. 5, p. 1502-1512, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v12i5.25903>

SANTOS, A. D. P. **Tecnologia Assistiva para Pessoas com Deficiência Visual: Avaliação da eficiência de dispositivos para mobilidade pessoal**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019.

SANTOS, A. D. P.; MEDOLA, F. O.; CINELLI, M. J.; RAMIREZ, A. R. G.; SANDNES, F. E. Are electronic white canes better than traditional canes? A comparative study with blind and blindfolded participants. **Universal Access Inf. Soc.**, v. 20, n. 1, p. 93-103, Mar. 2021a. DOI 10.1007/s10209-020-00712-z.

SANTOS, A. D. P.; SUZUKI, A. H. G.; MEDOLA, F. O.; VAEZIPOUR, A. A Systematic Review of Wearable Devices for Orientation and Mobility of Adults with Visual Impairment and Blindness. **IEEE Access**, v. 9, p. 162306-162324, 2021b. DOI 10.1109/ACCESS.2021.3132887.

SANTOS, A. D. P. *et al.* Physical Activity of Brazilian Adults with Visual Impairment: A Descriptive Study. In: Proceedings of the 4th International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2021): Integrating People and Intelligent Systems, February 22-24, 2021, Virtual Conference, Italy. Dario Russo, Tareq Ahram, Waldemar Karwowski, Giuseppe Di Bucchianico, Redha Taiar (Eds.). 2021c.

SANTOS, A. D. P.; FERRARI, A. L. M.; MEDOLA, F. O.; SANDNES, F. E. Aesthetics and the perceived stigma of assistive technology for visual impairment, **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 17, n. 2, p. 152-158, 2022. DOI 10.1080/17483107.2020.1768308

SARIS, W. H. M. *et al.* How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement, *Obesity Reviews*, v. 4, n. 2, p. 101–114, 2003.

SCHWARZE, T.; LAUER, M.; SCHWAAB, M.; ROMANOVAS, M.; BOHM, S.; JURGENSOHN, T. A camera-based mobility aid for visually impaired people. **Kunstl. Intelligenz**, v. 30, n. 1, p. 29-36, 2016. DOI 10.1007/s13218-015-0407-7.

SENEVIRATNE, S. *et al.* A survey of wearable devices and challenges. **IEEE Commun. Surveys Tuts.**, v. 19, n. 4, p. 2573-2620, 4th Quart. 2017. DOI 10.1109/COMST.2017.2731979.

SHINOHARA, K.; WOBBROCK, J. O. In the shadow of misperception: assistive technology use and social interactions. Paper AESTHETICS AND THE PERCEIVED STIGMA OF AT FOR VI 5 presented at the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 2011 May; Vancouver, Canada.

SHINOHARA, K.; WOBBROCK, J. O. Self-conscious or self-confident? A diary study conceptualizing social accessibility of assistive technology. **ACM Trans Access Comput.**, v. 8, n. 2, p. 1–31, 2016.

SHOVAL, S.; BORENSTEIN, J.; Y. KOREN, Y. Mobile robot obstacle avoidance in a computerized travel aid for the blind. In: **Proc. 1994 IEEE Robot. Autom. Conf.**, San Diego, CA, p. 2023–2029, 1998.

SILVA, C. S.; WIMALARATNE, P. Fuzzy-logic-based walking context analysis for visually impaired navigation. **Sensors Mater.**, v. 31, n. 4, p. 1305-1324, 2019. DOI 10.18494/sam.2019.2232.

SILVA, C. S.; WIMALARATNE, P. Context-aware assistive indoor navigation of visually impaired persons. **Sensors Mater.**, v. 32, n. 4, p. 1497-1509, 2020. DOI 10.18494/sam.2020.2646.

SILVA, R. B. P.; MARQUES, A. C.; REICHERT, F. F. Objectively measured physical activity in Brazilians with visual impairment: Description and associated factors. **Disability and Rehabilitation**, v. 40, n. 18, p. 2131–2137, 2018.

SIMÕES, W. C. S. S.; DE LUCENA, V. F. Indoor navigation assistant for visually impaired by pedestrian dead reckoning and position estimative of correction for patterns recognition.' **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 30, p. 167-170, 2016. DOI 10.1016/j.ifacol.2016.11.149.

SIVAKUMAR, P., VEDACHALAM, R., KANNUSAMY, V. et al. Barriers in utilisation of low vision assistive products. *Eye* 34, 344–351 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41433-019-0545-5>

SLADE, P.; TAMBE, A.; KOCHENDERFER, M. J. Multimodal sensing and intuitive steering assistance improve navigation and mobility for people with impaired vision. **Science Robotics**, v., 6, n. 59, 2021. DOI 10.1126/scirobotics.abg6594

SOUTHWELL P. The psycho-social challenge of adapting to visual impairment. **British Journal of Visual Impairment**, v. 30, n. 2, p. 108-114, 2012.

TAPU, R.; MOCANU, B.; ZAHARIA, T. Wearable assistive devices for visually impaired: A state of the art survey. **Pattern Recognit. Lett.**, v. 137, n. SI, p. 3752, Sep. 2020. DOI 10.1016/j.patrec.2018.10.031.

Troiano, R. P. *et al.* 'Physical activity in the United States measured by accelerometer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 1, p 181–188, 2008.

VASQUEZ, M. M. *et al.* Cadeira de Rodas e Estigma: um estudo preliminar da percepção visual de não- usuários. **Human Factors in Design**, v.5, n.10, p.03-16, 2016.

WARMS, C. A.; BELZA, B. L.; WHITNEY, J. D. Correlates of physical activity in adults with mobility limitations. **Family & Community Health**, v.30, p. S5-S16, 2007.

WICAB, Inc. BrainPort Vision Pro. BrainPort Technologies. Disponível em: <https://www.wicab.com/brainport-vision-pro> Acesso em: 02 mai. 2023

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Visual impairment and blindness - Fact Sheet n. 282.** World Health Organization. 2014. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/> Acesso em: 13 jan. 2016

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on vision**, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>. Acesso em:

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Blindness and Vision Impairment.** [Online]. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> Acesso em: 15 Jan. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Physical activity.** 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> Acesso em: 14 Mai. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (no date). **Nutrition - Body mass index - BMI.** Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>. Acesso em 14 Mai. 2021.

WONG, S. Traveling with blindness: A qualitative space-time approach to understanding visual impairment and urban mobility. **Health and Place**, v. 49. p. 85-92, 2018.

YANG, K.; WANG, K.; CHEN, H.; BAI, J. Reducing the minimum range of a RGB-depth sensor to aid navigation in visually impaired individuals. **Appl. Opt.**, v. 57, p. 2809-2819, Jun. 2018. DOI 10.1364/ao.57.002809

YANG, K.; WANG, K.; HU, W.; BAI, J. Expanding the detection of traversable area with RealSense for the visually impaired. **Sensors**, v. 16, n. 11, p. 19-54, Nov. 2016. DOI 10.3390/s16111954.

YOUNIS, O.; AL-NUAIMY, W.; ROWE, F.; ALOMARI, M. A smart context aware hazard attention system to help people with peripheral vision loss. **Sensors**, v. 19, n. 7, p. 16-30, Apr. 2019. DOI 10.3390/s19071630.

ZHANG, X.; YAO, X.; ZHU, Y.; HU, F. An ARCore based user centric assistive navigation system for visually impaired people. **Appl. Sci.**, v. 9, n. 5, p. 989, Mar. 2019a. DOI 10.3390/app9050989.

ZHANG, X.; ZHANG, H.; ZHANG, L.; ZHU, Y.; HU, F. Double-diamond model-based orientation guidance in wearable human machine navigation systems for blind and visually impaired people. **Sensors**, v. 19, n. 21, p. 4670, Oct. 2019b. DOI 10.3390/s19214670.