

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA**

Anderson Rogério Campana

**TECNOLOGIA ASSISTIVA-DIGITAL PARA INCLUSÃO
DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

Prova de Conceito de uma Bengala Eletrônica para Ambientes *Indoor*.

**Bauru/SP
2021**

Anderson Rogério Campana

**TECNOLOGIA ASSISTIVA-DIGITAL PARA INCLUSÃO
DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

Prova de Conceito de uma Bengala Eletrônica para Ambientes *Indoor*.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia, da Faculdade de Artes, Arquitetura, Comunicação e Design (FAAC), Universidade Júlio de Mesquita Filho - UNESP, para obtenção do título de Doutor em Mídia e Tecnologia sob a orientação da Prof.^a Associada Dr^a. Maria Cristina Gobbi.

**Bauru/SP
2021**

Campana, Anderson Rogério

Tecnologia assistiva-digital para inclusão de pessoas com deficiência visual. Prova de conceito de uma bengala eletrônica para ambientes indoor. / Anderson Rogério Campana, 2021. 238 p.

Orientadora: Maria Cristina Gobbi

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru, 2021.

1. Acessibilidade. 2. Deficiência Visual. 3. Inclusão. 4. Prova de Conceito. 5. Tecnologia Assistiva. I. Título.

Anderson Rogério Campana

**TECNOLOGIA ASSISTIVA-DIGITAL PARA INCLUSÃO
DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

Prova de Conceito de uma Bengala Eletrônica para Ambientes *Indoor*.

Área de Concentração: Ambientes Midiáticos e Tecnológicos

Linha de Pesquisa: Tecnologias Midiáticas

BANCA EXAMINADORA:

Presidente/Orientador: Prof.^a Associada Dr^a. Maria Cristina Gobbi
Instituição: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – UNESP Bauru/SP

Professor 1: Prof. Associado Dr. João Pedro Albino
Instituição: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – UNESP Bauru/SP

Professor 2: Prof.^a Associada Dr^a. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente
Instituição: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – UNESP Bauru/SP

Professor 3: Prof.^a Dr^a. Cristiane Hengler Correa Bernardo
Instituição: Faculdade de Ciências e Engenharia - UNESP Tupã/SP

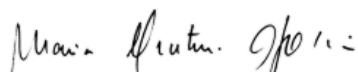
Professor 4: Prof.^a Dr^a. Jane Aparecida Marques
Instituição: Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo - USP - Campus USP Leste

Resultado: _____

Bauru, 13 de dezembro de 2021

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ANDERSON ROGÉRIO CAMPANA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 13 dias do mês de dezembro do ano de 2021, às 09:30 horas, no(a) via sistemas de videoconferência e outras ferramentas para comunicação a distância, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de ANDERSON ROGÉRIO CAMPANA, intitulada **Tecnologia assistiva-digital para inclusão de pessoas com deficiência visual. Prova de conceito de uma bengala eletrônica para ambientes indoor**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professora Associada MARIA CRISTINA GOBBI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Comunicação Social da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design / Universidade Estadual Paulista, Professor Associado JOÃO PEDRO ALBINO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Computação da Faculdade de Ciências / Universidade Estadual Paulista, Professora Associada VÂNIA CRISTINA PIRES NOGUEIRA VALENTE (Participação Virtual) do(a) Departamento de Artes e Representação Gráfica da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design / Universidade Estadual Paulista, Professora Doutora CRISTIANE HENGLER CORRÊA BERNARDO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia da Faculdade de Ciências e Engenharia / Universidade Estadual Paulista, Professora Livre Docente JANE APARECIDA MARQUES (Participação Virtual) do(a) Escola de Artes, Ciências e Humanidades / Universidade de São Paulo, campus USP Leste. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o 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.



Profª. Associada Drª Maria Cristina Gobbi
Presidenta da Comissão Examinadora

"A autora responsabiliza-se pela autenticidade e pela validade do documento, comprometendo-se a encaminhá-lo posteriormente ou a substituí-lo pelo original."

*Dedico este trabalho especialmente a minha família,
minha mãe Zeneide (in memoriam),
meu pai Gilberto,
meu filho João Pedro e
minha esposa Bianca.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Gilberto e Zeneide (in memoriam), que sempre me instigaram a querer ser mais e melhor, me apoiando durante todos os meus anos de estudos e me fazendo acreditar no poder transformador da educação.

A minha esposa Bianca que sempre buscou ser compreensiva nos momentos em que precisava me ausentar para me dedicar às pesquisas do Doutorado.

Ao meu filho João Pedro que nasceu no decorrer desse doutorado e que vem me ensinando dia a dia como ser uma pessoa melhor.

A minha orientadora Profa. Associada Maria Cristina Gobbi, pelo seu apoio, orientação e confiança em meu trabalho desde 2015, sempre me motivando na busca de concluir esta pesquisa e também colaborando minha na evolução pessoal.

A todos da UNESP Bauru, funcionários, professores do PPGMiT, pelo apoio e troca de experiências e saberes durante as disciplinas e eventos, que tanto contribuíram para a definição e o amadurecimento do meu trabalho de pesquisa.

Aos amigos do PPGMIT, especialmente ao Faberson Ferrasi e Claudines Taveira Torres, pelas inúmeras trocas de conhecimentos e parceria na elaboração de artigos científicos e demais atividades relacionadas ao Doutorado.

Ao meu amigo Márcio de Jesus Moraes, que foi meu primeiro professor de informática, e quem me encorajou a iniciar a caminhada da pós-graduação.

Ao professor da ETEC Rodrigues de Abreu, Paulo Sérgio Pereira Pinto, profundo conhecedor de microcontroladores e robótica que me auxiliou com sugestões e ensinamentos durante a elaboração do projeto.

Ao amigo Gustavo Vinicius Valentim, que também colaborou ativamente com seus conhecimentos para o desenvolvimento do aplicativo *Android*.

Não poderia deixar de agradecer também ao Eduardo Américo Lopes, meu amigo deficiente visual, no qual me inspirei e que colaborou diversas vezes para que essa pesquisa transcorresse de maneira proveitosa para a inclusão de pessoas com deficiência visual. Por fim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que este projeto esteja sendo realizado.

*Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não
tem condições melhores, para fazer melhor ainda!*

Mário Sergio Cortella

CAMPANA, A. R. **TECNOLOGIA ASSISTIVA-DIGITAL PARA INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**. Prova de Conceito de uma Bengala Eletrônica para Ambientes *Indoor*. 2021. 238 fls. Tese de Doutorado apresentada ao curso de Pós-graduação em Doutorado em Mídia e Tecnologia – FAAC-UNESP, sob a orientação da Prof.^a Associada Dr^a. Maria Cristina Gobbi, Bauru, 2021.

RESUMO

A acessibilidade é um direito das pessoas com deficiência que objetiva garantir a vivência e a convivência social em condições de igualdade. Com as revisões de literatura realizadas e o acompanhamento da temática ao longo de mais de seis anos de pesquisa é possível afirmar que muitos avanços ocorreram, tanto na questão do uso de termos mais adequados para representar essa parcela significativa da população, quanto na legislação, que busca garantir seus direitos. Porém, é necessário continuar progredindo e desenvolver uma acessibilidade mais abrangente, em especial para as pessoas com deficiência visual, público alvo dessa pesquisa. Sendo assim, as tecnologias podem desempenhar um papel importante e transformador para a inclusão e a acessibilidade desse público, zelando pela igualdade das pessoas, exatamente como propõe a Agenda 2030 da ONU. Utilizando a pesquisa bibliográfica e documental, com técnicas de pesquisa de campo através de questionário, essa tese objetiva demonstrar como algumas tecnologias inovadoras, como é o caso da Internet das Coisas, promovem o empoderamento, a inclusão e a acessibilidade de deficientes visuais em situações do cotidiano, como por exemplo: a locomoção em um *shopping center*. Do mesmo modo, por intermédio de uma Prova de Conceito, buscou-se demonstrar que mediante uma tecnologia assistiva de baixo custo é possível auxiliar um deficiente visual no processo de locomoção e localização em ambientes fechados, como é o caso do *shopping center*, local escolhido para a realização dessa prototipagem. Os testes demonstraram a viabilidade do produto e os desafios para que, de fato, seja possível oferecer uma tecnologia de qualidade, a baixo custo e ao maior número possível de cidadãos. A pesquisa não se encerra com a defesa da tese, mas tem como desafios a implementação de outras tecnologias, a ampliação dos testes, a melhoria do *layout* do produto final e a busca de possíveis patrocinadores interessados na produção comercial e em escala.

Palavras-chave: Acessibilidade, Deficiência Visual, Inclusão, Internet das Coisas, Prova de Conceito, Tecnologia Assistiva.

CAMPANA, A. R. **TECNOLOGIA ASSISTIVA-DIGITAL PARA INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**. Prova de Conceito de uma Bengala Eletrônica para Ambientes *Indoor*. 2021. 238 fls. Tese de Doutorado apresentada ao curso de Pós-graduação em Doutorado em Mídia e Tecnologia – FAAC-UNESP, sob a orientação da Prof.^a Associada Dr^a. Maria Cristina Gobbi, Bauru, 2021.

ABSTRACT

Accessibility is a right for people with disabilities, intended to guarantee equality in terms of living and social coexistence. After conducting literature reviews and monitoring the theme over more than six years of research, it is possible to say that there has been a great progress, both in terms of using more appropriate terms to represent this significant portion of the population, and in legislation, which seeks to guarantee their rights. However, it is necessary to keep moving forward and to develop a comprehensive accessibility, especially for people with visual impairments, the target audience of this research. Therefore, technologies can play an important and transforming role for the inclusion and accessibility of this public, ensuring people's equality, exactly as proposed by the UN's 2030 Agenda. Using bibliographic and documentary research, applying field research techniques through a questionnaire, this thesis seeks to demonstrate how innovative technologies, such as the Internet of Things, promote the empowerment, inclusion and accessibility of visually impaired people in everyday situations, such as walking inside a shopping mall. Likewise, through a Proof of Concept, the research sought to demonstrate that by applying low-cost assistive technology it is possible to help a visually impaired person in the process of locomotion and location in closed environments, such as in shopping malls, the chosen location to carry out this prototyping. The tests demonstrated the product's viability and the challenges related to actually providing a high-quality technology, at a low cost and to the largest number of citizens. This research does not end with the defense of the thesis, but it has other challenges such as implementing other technologies, expanding tests, improving the final product layout and searching for potential sponsors interested in commercial and scale production.

Keywords: Accessibility, Visual Impairment, Inclusion, Internet of Things, Proof of Concept, Assistive Technology.

LISTA DE IMAGENS

Imagem	Descrição	Pág.
1	Dorina Nowill	46
2	Máquina de impressão em <i>Braille</i> da Fundação Dorina Nowill	47
3	Soroban.....	48
4	Dorinha, a personagem da Turma da Mônica em homenagem a Dorina Nowill.....	49
5	Objetivos Globais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	53
6	Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	54
7	Grafia em <i>Braille</i>	71
8	Teclado de computador com caracteres ampliados.....	72
9	Deficientes visuais utilizando a audiodescrição.....	73
10	Tela inicial do DOSVOX.....	77
11	Tela inicial do <i>Virtual Vision</i>	77
12	Tela inicial do JAWS.....	78
13	Tela inicial do NVDA.....	79
14	Tela inicial da função <i>TalkBack</i> no Android.....	80
15	Tela de ativação da função <i>Voice Over</i> no iOS.....	81
16	Aplicativo <i>Google Maps</i>	83
17	Aplicativo <i>Waze</i>	83
18	Aplicativo <i>Lazarillo</i> GPS.....	84
19	Aplicativo Guia de Rodas Acessibilidade.....	85
20	Aplicativo CittaMobi Acessibilidade.....	86
21	Aplicativo Moovit Transporte.....	87
22	Aplicativo <i>Wheelmap</i>	87
23	Aplicativo <i>Bus Alert</i>	88
24	Etiqueta de rádio frequência utilizada para monitorar objetos.....	104
25	Exemplo de <i>QR Code</i>	106
26	Microcontrolador ESP32.....	108
27	Pinagem do microcontrolador ESP32.....	109
28	Piso tátil direcional	124

29	Piso tátil de alerta	125
30	Mapa tátil	126
31	Montagem do circuito na <i>Protoboard</i>	168
32	Sensor ultrassônico acoplado na base da bengala eletrônica.....	169
33	Motor de vibração e <i>buzzer</i> instalados na bengala eletrônica.....	169
34	Bateria 5V de íon lítio (<i>Power Bank</i>).....	170
35	Chave ON/OFF e relevos para identificação da posição correta de uso da bengala	171
36	Leitor RFID instalado na lateral direita da base da bengala eletrônica.....	171
37	Pinagem do leitor RFID RC522	172
38	Etiqueta RFID internamente.....	173
39	Modelo de <i>tags</i> RFID (Etiquetas) utilizadas na Prova de Conceito	174
40	Microcontrolador ESP32 instalado na bengala eletrônica.....	175
41	Bengala eletrônica frontal e traseira	176
42	Versão da plataforma Arduino IDE utilizada na Prova de Conceito	177
43	Atalho da Plataforma Arduino IDE adicionada a área de trabalho do computador.....	177
44	Inclusão da URL do ESP32 no Arduino IDE.....	178
45	Configuração da placa ESP32 no Arduino IDE.....	179
46	Localizando ESP32 e iniciando o processo de instalação.....	179
47	Selecionando a placa ESP32 no Arduino IDE.....	180
48	Selecionando a porta de comunicação no Arduino IDE.....	181
49	Porta COM não reconhecida pelo Arduino IDE.....	181
50	Abrindo o código desenvolvido para o ESP32.....	182
51	Carregando o código para o ESP32.....	182
52	Botão <i>boot</i> localizado no ESP32.....	183
53	Enviando código do Arduino IDE para o ESP32.....	183
54	Transferência concluída do código para o ESP32.....	183
55	Serial monitor.....	184
56	Configurando o valor da taxa de transferência no Arduino IDE....	184
57	Tela inicial do <i>site</i> do App Inventor.....	185
58	Compilando arquivo .apk para envio ao <i>smartphone</i>	186

59	Código <i>QR Code</i> gerado pelo App Inventor.....	186
60	Utilizando o aplicativo leitor de <i>QR Code</i> para instalação do aplicativo de acessibilidade	187
61	<i>Download</i> e instalação do aplicativo de acessibilidade.....	187
62	Ícone do aplicativo inserido na tela do <i>smartphone</i>	188
63	Tela inicial do aplicativo.....	189
64	Monitor serial da plataforma Arduino IDE apresentando a distância do objeto.....	190
65	Motor de vibração.....	191
66	<i>Buzzer</i>	191
67	Etiquetas RFID fixadas próximo ao piso tátil.....	192
68	Tela do aplicativo recebendo as informações de localização.....	194
69	Dispositivos <i>bluetooth</i> disponíveis.....	195
70	Conexão <i>bluetooth</i> realizada corretamente.....	195
71	Pesquisa de localização via comando de voz.....	196
72	Resultado da pesquisa de localização.....	197
73	Resultado da leitura de uma etiqueta <i>QR Code</i>	198
74	Etiqueta <i>QR Code</i> gerada para a Prova de Conceito	199
75	Local onde foram realizados os testes	200
76	Testes com olhos vendados	202

LISTA DE QUADROS

Quadro	Descrição	Pág.
1	Visão antiga e nova visão sobre as pessoas com deficiências.....	38
2	Tecnologias digitais que podem auxiliar na inclusão de pessoas com deficiência visual.....	65
3	Emissoras que disponibilizam programação com recurso de audiodescrição.....	74
4	Outros aplicativos que auxiliam os deficientes visuais em atividades cotidianas	89
5	Definições de Internet das Coisas.....	92
6	Todas as versões do sistema operacional <i>Android</i>	101
7	Classificação dos tipos de <i>shopping centers</i>	115
8	Diferença entre os tipos de <i>shopping centers</i>	117
9	Grupos do <i>Facebook</i> em que foi disponibilizado o questionário de avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em <i>shopping centers</i>	128
10	Que características ou funções você considera importante para que esse aplicativo realmente oferecesse acessibilidade?.....	142
11	Observações sobre a questão do uso de tecnologias digitais para inclusão de pessoas com deficiência visual.....	146
12	Relação de artigos científicos relacionados à Prova de Conceito a ser realizada.....	150
13	Lista de materiais utilizados para elaboração da Prova de Conceito e seus respectivos custos.....	166
14	Relação de código das etiquetas RFID e as mensagens de localização.....	193

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Descrição	Pág.
1	Percentual da população com deficiência (2010)	31
2	Moradores com deficiência, por faixa etária (2016).....	59
3	Moradores com deficiência, por classe social (2016).....	60
4	Moradores que utilizam computador, segundo situação de deficiência (2016).....	61
5	Moradores, por uso de internet, segundo situação de deficiência (2016).....	61
6	Moradores, por posse de telefone celular, segundo situação de deficiência (2016).....	62
7	Moradores, por posse de telefone celular, segundo classe social e situação de deficiência (2016).....	63
8	Tipos de Deficiência Visual.....	131
9	Faixa Etária dos respondentes do questionário	131
10	Distribuição dos respondentes do questionário por sexo.....	132
11	Principal motivo de saída da residência.....	133
12	Frequência em que os deficientes visuais vão aos <i>shopping centers</i>	133
13	Interesse na pesquisa sobre a acessibilidade no local antes de se deslocar até o mesmo.....	134
14	Recursos de acessibilidade utilizados ao sair de casa.....	135
15	<i>Shopping Centers</i> X Acessibilidade.....	136
16	Deficientes visuais que deixaram de frequentar <i>shopping centers</i> por falta de acessibilidade.....	137
17	Deficientes visuais que utilizam <i>smartphone</i> com aplicativos de acessibilidade.....	138
18	Deficientes visuais que utilizariam um aplicativo gratuito de acessibilidade que lhe ajudasse a se localizar dentro de um <i>shopping center</i>	139
19	Melhorias necessárias para tornar os <i>shopping centers</i> acessíveis...	140

20	Aspectos mais importantes para a acessibilidade do deficiente visual em um <i>shopping center</i>	140
21	Uso de aplicativos de acessibilidade no <i>smartphone</i>	141

LISTA DE SIGLAS

Sigla	Significado
ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ABECS	Associação Brasileira das Empresas de Cartões de Crédito e Serviço
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
APP	Aplicativos
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i> (<i>Bluetooth</i> de baixa energia)
CA	Corrente Alternada
CASAGRAS	<i>Coordination and Support Action for Global RFID-related Activities and Standardisation</i> (Coordenação e ação de apoio para atividades globais relacionadas a RFID e padronização)
CAT	Comitê de Ajuda Técnica
CC	Corrente Contínua
CCEB	Critério de Classificação Econômica Brasil
CERP IOT	<i>Internet Of Things European Research Cluster</i>
CETIC.br	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CDPD	Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência
CPQD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CPU	<i>Central Process Unit</i> (Unidade Central de Processamento)
DAISY	<i>Digital Accessible Information System</i> (Sistema de Informação Digital Acessível)
DOS	<i>Disk Operating System</i> (Sistema Operacional em Disco)
EPUB	Electronic Publication (Publicação Eletrônica)
FECOMERCIO	Federação do Comércio do Estado de São Paulo

Gbps	Gigabits por segundo
GHz	GigaHertz
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICSC	<i>International Council of Shopping Centers</i> (Conselho Internacional de <i>Shopping Centers</i>)
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IOS	<i>iPhone Operating System</i> (Sistema Operacional do <i>iPhone</i>)
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
IP	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo de Internet)
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JAWS	<i>Job Access With Speech</i>
LBI	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
LoRaWan	<i>Long Range Wide Area</i>
mA	<i>Miliampère</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)
MP3	<i>MPEG Layer 3</i>
MVP	<i>Minimum Viable Product</i> (Produto Mínimo Viável)
NBR	Norma Brasileira
NVDA	<i>NonVisual Desktop Access</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PcD	Pessoa com Deficiência
PIB	Produto Interno Bruto
PoC	<i>Proof of Concept</i> (Prova de Conceito)
QR CODE	<i>Quick Response Code</i> (Código de Resposta Rápida)
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por Radiofrequência)
SDHPR	Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da

	República
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TA	Tecnologia Assistiva
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UN DESA	<i>Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat</i> (Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais do Secretariado das Nações Unidas)
URL	<i>Uniform Resource Locator</i> (Localizador Uniforme de Recursos)
VIP	<i>Visually Impaired People</i> (Pessoas com Deficiência Visual)
WAV	<i>Waveform Audio File Format</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	DEFICIÊNCIA, LEGISLAÇÃO E ACESSIBILIDADE	31
2.1	Conceituando a deficiência.....	31
2.2	Categorias de pessoas com deficiência.....	32
2.2.1	Deficiência física	32
2.2.2	Deficiência auditiva	33
2.2.3	Deficiência mental (intelectual).....	33
2.2.4	Deficiência múltipla	34
2.2.5	Deficiência visual	35
2.3	Um panorama da acessibilidade nas últimas décadas	36
2.3.1	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI)	40
2.3.2	Normas técnicas de acessibilidade.....	43
2.3.3	A luta pela inclusão das pessoas com deficiência visual: Dorina Nowill, a mulher que dedicou sua vida em busca dos direitos aos deficientes visuais	46
2.3.3.1	Fundação Dorina Nowill para cegos	50
2.4	A Agenda 2030 da ONU	51
2.5	Os dados da deficiência e o uso da tecnologia no Brasil pelas pessoas com deficiência	56
3	TECNOLOGIAS E TECNOLOGIA ASSISTIVA.....	67
3.1	Tecnologia assistiva digital e social	67
3.2	Tecnologia assistiva.....	69
3.2.1	<i>Braille</i>	70
3.2.2	Teclado com caracteres ampliados	72
3.2.3	Audiodescrição	73
3.2.4	<i>Softwares</i> leitores de tela para computadores e <i>notebooks</i>	75
3.2.5	<i>Softwares</i> leitores de tela para dispositivos móveis	79
3.3	Aplicativos de geolocalização para dispositivos móveis	82
3.3.1	Google Maps	82
3.3.2	Waze	83
3.3.3	Lazarillo GPS	84
3.3.4	Guia de Rodas Acessibilidade	84

3.3.5	CittaMobi Acessibilidade	85
3.3.6	Moovit Transporte	86
3.3.7	Wheelmap	87
3.3.8	Bus Alert.....	88
3.4	IoT – <i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)	92
3.5	Elementos que constituem a arquitetura básica da IoT	97
3.5.1	Processamento e memória para IoT.....	97
3.5.2	Comunicação na IoT	98
3.5.3	Fonte de energia para IoT	99
3.5.4	Sensores ou atuadores para IoT	100
3.6	Sistemas operacionais para IoT	100
3.7	RFID.....	103
3.8	QR Code (<i>Quick Response Code</i> – código QR).....	105
3.9	Microcontrolador ESP32	107
3.10	Perspectivas para IoT e desafios a serem alcançados e superados...	109
4	VAREJO	111
4.1	O varejo no Brasil	111
4.2	Conceituando e entendendo o varejo	112
4.3	<i>Shopping Centers</i>	114
5.1	Procedimentos metodológicos aplicados ao questionário.....	128
5.2	Identificação do público participante da pesquisa.....	130
5.3	Análise dos resultados da pesquisa	132
5.4	A tecnologia digital como ferramenta de inclusão.....	137
5.5	Considerações sobre os resultados da pesquisa.....	148
6	ELABORAÇÃO DE UMA PROVA DE CONCEITO (POC)	150
6.1	Prova de Conceito (PoC).....	152
6.2	Diretrizes para realização de Prova de Conceito	156
6.2.1	Planejamento da Prova de Conceito	157
6.2.2	Realização da Prova de Conceito.....	158
6.2.3	Testando, avaliando e documentando a Prova de Conceito	160
6.2.4	Resultados esperados pela Prova de Conceito	162
6.3	Resumo executivo da Prova de Conceito para a bengala eletrônica ..	163
6.3.1	Introdução da Prova de Conceito	163

6.3.2	Objetivos para a Prova de Conceito	164
6.3.3	Recursos necessários para elaboração da PoC	166
6.3.4	Logística de montagem do Produto Mínimo Viável e avaliação	167
6.3.4.1	Primeira Fase: Início da montagem da bengala eletrônica.....	168
6.3.4.2	Segunda Fase: Utilização da tecnologia RFID	171
6.3.4.3	Terceira Fase: Configuração e instalação do microcontrolador ESP32 na plataforma Arduino IDE	176
6.3.4.4	Quarta Fase: Elaboração do aplicativo para dispositivo móvel	185
6.4	Resultados esperados pela PoC	189
6.4.1	Motor de Vibração	190
6.4.2	<i>Buzzer</i>	191
6.4.3	Leitor e etiquetas RFID.....	192
6.4.4	Funcionalidades do aplicativo desenvolvido	194
6.5.	Testes realizados com a tecnologia desenvolvida	199
6.5.1	Testes da Bateria	203
6.6	Lições Aprendidas	203
6.7	Recomendações de melhorias futuras e decisões finais.....	204
6.8	Considerações dos Resultados Obtidos na Prova de Conceito	205
6.9	Registro de revisão de diretrizes	206
6.10	Conclusões da Tese	206
	REFERÊNCIAS.....	209
	APÊNDICES	224
	APÊNDICE 1 - Questionário para avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em <i>shopping centers</i>	224
	APÊNDICE 2- Código para implementação no microcontrolador ESP32 utilizando a Plataforma Arduino IDE.....	227
	APÊNDICE 3 – Código do aplicativo para dispositivos móveis desenvolvido no <i>APP Inventor</i>	232
	ANEXOS	237
	ANEXO 1 - Principais Leis e Decretos e suas garantias estabelecidas	237

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 18,8% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual.

A deficiência visual é caracterizada pela limitação ou perda das funções básicas do olho e do sistema visual. De acordo com o Decreto Federal nº 5.296 (BRASIL, 2004), a pessoa com deficiência visual pode ser cega ou possuir baixa visão. A deficiência pode, também, ser congênita ou adquirida; ou seja, qualquer pessoa pode adquirir algum problema que culmine na perda de sua visão, total ou parcialmente, no decorrer de sua vida.

No presente trabalho, após a realização da revisão teórica através do estudo bibliográfico e documental, foi possível observar que as pessoas com deficiências eram (e ainda são) discriminadas e tratadas, muitas vezes, sem os cuidados necessários, aumentando as dificuldades na realização de suas atividades cotidianas, gerando e ampliando a dependência delas em relação a outros e ocasionando a exclusão social.

Nota-se, também, que tal cenário excludente vem sendo modificado com o surgimento de legislações (Anexo 1) que buscam minimizar, reduzir, combater ou até mesmo eliminar as desigualdades que afetam essa parcela da população. O surgimento de diversas leis e as mudanças nos pronomes de tratamento, com terminologias mais adequadas, como, por exemplo, "pessoa com deficiência", são pequenos exemplos de que mudanças simples podem fazer uma diferença enorme para os deficientes. Surge, também, nesse cenário a possibilidade do uso de tecnologias digitais, como é o caso dos aplicativos de geolocalização e da Internet das Coisas, para auxiliar nesse processo de inclusão e de acessibilidade. Porém, o caminho a ser percorrido para que o processo de inclusão seja realmente efetivado ainda é bastante longo, especialmente se considerarmos o tempo e os investimentos que precisam ser realizados, bem como os desafios para conscientização social das demandas dessa parcela da população.

Assim, a presente tese objetivou mais do que responder a uma questão central sobre as formas e a evolução da acessibilidade utilizando as tecnologias

digitais: buscou a possibilidade efetiva do desenvolvimento de mecanismos que possam viabilizar isso. A pesquisa buscou igualmente demonstrar a trajetória dos avanços sociais e tecnológicos para esse segmento de público, observando como eles têm sido aplicados (ou não) no cotidiano da sociedade, de forma a propiciar a ampliação dos direitos à acessibilidade e a inclusão de milhões de brasileiros, tendo como desafio apresentar ao final uma Prova de Conceito.

A tecnologia, ao longo da história, acompanha o desenvolvimento do ser humano. Silva (2013, p. 840) cita que “[...] a presença da tecnologia está difundida entre os diversos domínios da existência humana (hábitos de alimentação, ritmos de vida, maneira de trabalhar, sistema de saúde, processos pedagógicos, etc.)”.

O termo “tecnologia” comumente é usado para representar uma diversidade de procedimentos, processos e equipamentos digitais; porém, deve-se atentar ao fato de que a tecnologia não se refere apenas aos recursos eletrônicos. Conforme aponta Ramos (2012, p. 05) “[...] tecnologias são todos os aparatos modernos, elétricos e eletrônicos que facilitam a vida, o trabalho e a comunicação dos seres humanos em seu cotidiano”.

Analisando os cenários de evolução e de popularização das tecnologias, esses podem ser vistos como um progresso importante no século XXI, capazes de permitir formas de inclusão, especialmente quando trazidos para o contexto desta tese. Um exemplo bastante atual é o avanço da Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT).

Considerada uma nova fase da internet, a IoT permite não apenas conectar humanos com outros humanos, como também conectar objetos aos humanos e, ainda, objetos com outros objetos e, com isso, proporcionar uma verdadeira revolução nos modelos de negócios e na forma de interação entre pessoas e objetos.

Assim, a Internet das Coisas não pode ser analisada de forma simplista como apenas uma revolução tecnológica para áreas específicas. Ao contrário, ela deve ser vista como uma nova possibilidade, que propicia uma afluência entre ferramentas, ofertando interação entre dispositivos e pessoas de forma facilitada, sendo capaz de alterar, de maneira significativa, o cotidiano da sociedade por meio de uma vasta quantidade de dados, que podem ser

transformados em ações. De modo similar, a conexão das máquinas com a internet possibilita a automação de serviços, garantindo resultados eficientes para problemas básicos, como, por exemplo, o desenvolvimento de ferramentas de acessibilidade.

De acordo com Egídio (2015), o termo Internet das Coisas (*Internet of Things*) foi utilizado pela primeira vez por Kevin Ashton, para conceituar um sistema ao qual a internet estava conectada utilizando sensores. Esse fato possibilita o desenvolvimento de redes comunicativas, capazes de transmitir dados para terminais inteligentes em forma de soluções para diversos problemas cotidianos, como, por exemplo, a localização e os deslocamentos dos deficientes visuais que, combinados com o uso da tecnologia assistiva, compõem o objeto dessa pesquisa.

Há uma grande variedade de tecnologias a serem estudadas. Desse modo, o tempo e a multiplicidade de possibilidades tornaram-se desafios para que o pesquisador do presente estudo pudesse elencar quais e quantas seriam aquelas que poderiam efetivamente colaborar para a inclusão de pessoas com deficiência visual, levando em conta a multiplicidade de acesso, de que maneira seriam utilizadas e considerando a acessibilidade mediante a facilidade e o baixo custo. Nessa perspectiva, a IoT foi incluída como uma ferramenta importante, em especial na realização de atividades diárias, como, por exemplo, locomover-se ou deslocar-se para uma loja, banco, supermercado ou mesmo um *shopping center*, espaço escolhido para a pesquisa.

Embora o experimento resultante da pesquisa possa ser realizado em qualquer local *indoor* (fechado), a escolha do *shopping center* foi motivada pelo fato de que nesses ambientes, geralmente, já existem algumas formas de acessibilidade, como o piso tátil, que integra a lista de dispositivos de acessibilidade, sendo utilizado com frequência por pessoas com deficiência visual. Porém, observou-se que não há outras formas de interação com o usuário, o que, muitas vezes, não oportuniza o atendimento de determinadas demandas dos deficientes visuais. É nesse cenário que se defende que a tecnologia pode ajudar não somente na ampliação do acesso, mas também na oferta de formas de interação que tornam o ambiente mais acolhedor e podem propiciar mais independência para o usuário.

Desenhado esse panorama inicial, é importante assinalar e esquematizar as etapas que nortearão toda a investigação. Dessa forma, a tese tem como objetivo central demonstrar como as tecnologias, mais especificamente as digitais, podem auxiliar no processo de acessibilidade, ampliando a independência na realização de atividades cotidianas e, como consequência, expandindo a inclusão de pessoas com deficiência visual. Para responder ao escopo proposto foi necessário estreitar o amplo leque de possibilidades, direcionando o olhar da investigação para o espaço dos *shopping centers*, no sentido de possibilitar um estudo também diligente, tendo como perspectiva final a aplicação prática dos resultados obtidos na pesquisa de campo por meio da Prova de Conceito. Para possibilitar esse desenvolvimento, foram declarados aqui como objetivos específicos:

- Refletir criticamente por intermédio da pesquisa bibliográfica e documental a evolução da acessibilidade nas últimas décadas, em especial os avanços provenientes das legislações que surgiram para garantir os direitos da pessoa com deficiência;
- Descrever os recursos de tecnologia assistiva existentes, resultado da pesquisa bibliográfica e documental realizada;
- Conhecer as principais demandas, a fim de elencar como as tecnologias digitais podem ajudar no processo de acessibilidade;
- Constituir, a partir dos resultados da pesquisa de campo e da revisão teórico-conceitual, uma base que possibilite o desenvolvimento de uma Prova de Conceito, utilizando tecnologias digitais, de maneira a aplicar configurações que permitam ampliar a acessibilidade e a inclusão de pessoas com deficiência visual nos ambientes de um *shopping center*.

Para viabilizar o estudo, no plano metodológico, foram definidos os referenciais teóricos e os autores de referência através de um estudo bibliográfico e documental sobre a temática proposta.

Para Stumpf (2006, p. 54), “[...] o pesquisador organiza uma sequência de ideias lógicas para formar um quadro referencial teórico e conceitual que vai lhe oferecer elementos para o modelo de pesquisa escolhido”. Lakatos e Marconi (1992, p. 43) complementam as possibilidades afirmando que a pesquisa

bibliográfica possibilita que o pesquisador entre “[...] em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto”.

Considerando essas assertivas, alguns conceitos desta pesquisa de doutorado, como acessibilidade, inclusão, tecnologia assistiva, entre outros, já foram tratados pelo pesquisador em sua dissertação de mestrado “Análise da Qualidade e Usabilidade dos *Softwares* Leitores de Tela Visando a Acessibilidade para as Pessoas com Deficiência Visual”, defendida no programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia, no ano de 2017, e também em diversos artigos científicos e em capítulos de livros. Porém, optou-se por revisitar tais temas com mais profundidade e sob novos olhares, frente à evolução tecnológica e mediante algumas mudanças e implementações ocorridas na legislação, buscando oferecer, além da revisão teórico-conceitual, possibilidades para se verificar de que maneira as tecnologias podem auxiliar na inclusão social desse segmento de público.

A revisão bibliográfica também buscou trazer outros conceitos, como é o caso da Internet das Coisas. O estudo procurou, do mesmo modo, dialogar com diversos autores para compreender o surgimento e a evolução do varejo e dos *shopping centers* no Brasil e em outras regiões, bem como realizou revisões teórico-conceituais necessárias, que estão descritas ao longo dos capítulos da tese.

Considerando que os objetos de pesquisa são extremamente dinâmicos e em constante evolução diante de atualizações não apenas tecnológicas, mas também nas legislações acerca das pessoas com necessidades especiais, foi utilizada a metodologia qualitativa, por meio de um questionário eletrônico com 16 perguntas, em formato de múltipla escolha (podendo escolher apenas uma opção), caixa de seleção (podendo escolher mais de uma opção) e questões abertas, nas quais o deficiente visual pôde expressar livremente suas demandas e dificuldades. O formulário foi elaborado on-line através da ferramenta Google Forms e o link foi divulgado em grupos do Facebook destinados aos deficientes visuais e que contam com milhares de seguidores que fazem uso das redes sociais para buscar informações diversas. Para responder a esse questionário, os deficientes visuais fizeram uso do *software* leitor de tela com o qual estão familiarizados em seu uso cotidiano.

Os resultados desta pesquisa buscaram compreender os desafios atuais enfrentados pelos deficientes visuais e relacionados ao delineamento da superação, ainda que em parte, as dificuldades da acessibilidade e da inclusão desse público nas dependências de um *shopping center*, em especial no que se relaciona à localização e à locomoção. O objetivo era verificar como as tecnologias, incluindo as possibilidades do uso de dispositivos e aplicativos, podem auxiliar a diminuir as desigualdades que afetam essa parcela social.

O questionário (Apêndice 1), permaneceu à disposição dos respondentes entre os dias 01 a 28 de fevereiro de 2021 e é importante assinalar que o objetivo central do instrumento de pesquisa não foi a quantificação dos participantes. O intuito era gerar uma amostragem qualitativa, sem intenções de estipular resultados definitivos, mas sim aprofundados, procurando compreender esse representativo grupo de pessoas. Utilizou-se, para essa finalidade, a perspectiva apontada por Gerhardt e Silveira, (2009, p. 31), que afirmam que: “A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.”

Após essa etapa, os dados foram avaliados e os resultados buscaram evidenciar quais são as características necessárias para que a tecnologia possa ser uma ferramenta capaz de ampliar a inclusão de pessoas com deficiência visual, e de que maneira isso acontecerá.

Com base ainda nessas análises foi elaborada uma Prova de Conceito (PoC), ferramenta utilizada para testar uma ideia, uma hipótese ou um conceito, colocando em termos práticos como realmente deverá funcionar, através da elaboração de um projeto, com o intuito de provar que a ideia é viável, com o mínimo de investimento de tempo e recursos financeiros. A PoC objetivou a validação das reflexões coletadas nos referenciais teóricos para a criação de uma bengala eletrônica e de um aplicativo (*app*) que utiliza o sistema operacional Android. A ideia inicial consistia em possibilitar que essa tecnologia auxiliasse os deficientes visuais a se locomoverem para pontos específicos e estratégicos em um *shopping center*, localizando, de forma mais independente, espaços como, por exemplo, a praça de alimentação, os banheiros, a porta de saída, etc.

A escolha do sistema operacional Android buscou atender a uma parcela maior da população, pois, segundo pesquisa realizada pela Google em parceria com a consultoria GlobalBain & Company e divulgada pelo *site* TechTudo (2020), o Android atualmente é o sistema operacional *mobile* mais utilizado no mundo.

É importante salientar que há muitas etapas a serem trabalhadas para se chegar ao cenário ideal de inclusão utilizando a tecnologia e que, apesar da evolução tecnológica, algumas situações ainda não são possíveis. Um exemplo disso é o uso de localizadores como o Google Maps, Waze e outros aplicativos de navegação via GPS, que são preparados para serem utilizados apenas em ambientes abertos e não funcionam em ambientes *indoors*.

Assim, a proposta foi a de utilizar um microcontrolador de baixo custo e baixo consumo de energia denominado ESP32. Esse dispositivo possui como principal característica o poder de comunicação *wireless* e *bluetooth* integrado em sua placa, o que permite a criação de diversas aplicações para projetos de IoT, com funções de acesso remoto, *webservers*, entre outros.

Para realizar a codificação do ESP32 foi utilizada a plataforma Arduino IDE, um programa de *software* aberto disponível para os sistemas operacionais Windows, Mac e Linux, que possibilita a elaboração do código-fonte e posteriormente o envio e gravação do código no dispositivo ESP32, criando assim um dispositivo embarcado. Já o aplicativo (*app*) para *smartphones* com sistema operacional Android foi criado mediante o uso do MIT APP Inventor, uma aplicação de código aberto originalmente criada pela Google, e atualmente mantida pelo Massachusetts Institute of Technology.

Desse modo, para atender aos objetivos propostos, a tese foi dividida em seis capítulos.

O primeiro, “Introdução”, trouxe os primeiros aportes da pesquisa, os objetivos, as metodologias selecionadas, a justificativa e os principais escopos a serem atingidos, bem como a estrutura do trabalho final.

“Deficiência, Legislação e Acessibilidade”, segundo capítulo, mostrou os avanços promovidos pelas legislações no que se refere à acessibilidade e conceitua termos como deficiência, acessibilidade, inclusão, entre outros, tendo como referência principal a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), sancionada em 2015.

O terceiro capítulo, “Tecnologias e Tecnologia Assistiva”, trouxe os conceitos de tecnologia, tecnologia assistiva, Internet das Coisas e como essa evolução tecnológica pode ser aplicada no processo de inclusão de pessoas com deficiência visual.

“Conceituando e entendendo o varejo”, quarto capítulo, foi dedicado à conceituação do varejo e dos *shopping centers*.

Dando continuidade, o quinto capítulo contém os dados e as análises da pesquisa realizada com deficientes visuais sobre a questão de acessibilidade em *shopping centers*.

Por fim, no sexto capítulo, foi elaborada a Prova de Conceito com a criação do Produto Mínimo Viável de uma bengala eletrônica e um aplicativo para *smartphone*, que objetivou trazer outras contribuições para futuras pesquisas direcionadas aos deficientes visuais.

Dessa forma, ao término da presente pesquisa, acredita-se que os resultados atendem aos objetivos propostos e que, além disso, não encerram a tese, mas assinalam o ponto do início do longo caminho que ainda precisa ser percorrido. Espera-se que a investigação e seus resultados tragam reflexões e ações sobre as possibilidades de utilizar a tecnologia com a finalidade de inclusão, bem como que este trabalho possa colaborar para futuros estudos e pesquisas voltadas para esse segmento de público, ainda tão excluído da sociedade.

2 DEFICIÊNCIA, LEGISLAÇÃO E ACESSIBILIDADE

Neste capítulo, serão conceituados os termos deficiência, acessibilidade e inclusão, que são importantes para o decorrer desta pesquisa.

Serão apresentados detalhes da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), bem como das normas técnicas brasileiras elaboradas para estabelecer as diretrizes de acessibilidade para a mobilidade das pessoas, principalmente aquelas com deficiências.

2.1 Conceituando a deficiência

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), através da publicação das Nações Unidas no Brasil (2013), no mundo há cerca de 39 milhões de pessoas cegas e 246 milhões com baixa visão, e 90% dessas pessoas com baixa visão vivem em países em desenvolvimento.

Já o Relatório Mundial sobre a Deficiência (*World Report on Disability*) (2010) afirma que a cada 5 segundos uma pessoa fica cega no mundo.

No Brasil, segundo o mais recente Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), existem mais de 45,6 milhões de pessoas com alguma deficiência; desse total, 6,5 milhões possuem algum tipo de deficiência visual, o que corresponde a 18,8% da população (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Percentual da população com deficiência (2010)



Fonte: IBGE. Censo Demográfico, 2010.

Tendo como fonte a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, a LBI, Brasil (2015), em seu artigo 2º, o termo pessoa com deficiência (PcD) pode ser conceituado da seguinte maneira:

Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. (BRASIL, 2015).

A definição contida na LBI permite perceber o amplo leque daquilo que se entende como “pessoa com deficiência”, resultando, em uma análise, nos grandes desafios que devem ser superados, não somente em termos da aplicabilidade efetiva da Lei, mas também no que se refere ao seu cumprimento nos espaços sociais. Sem dúvida essa legislação foi um marco e um avanço, porém é necessário buscar formas de participação social plena e em condições de igualdade desse público, como determina a Lei.

2.2 Categorias de pessoas com deficiência

De acordo com o Decreto Federal nº 5.296 (BRASIL, 2004), em seu artigo 4º as deficiências estão divididas em algumas classificações, as quais serão apresentadas a seguir.

2.2.1 Deficiência física

Alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções. (BRASIL, 2004).

Desta forma, o deficiente físico ou motor é aquele indivíduo que adquiriu a deficiência de forma congênita (má formação) ou no decorrer de sua vida, por exemplo, por via de um acidente ou por lesões neurológicas, neuromusculares ou ortopédicas.

Também chamada de deficiência motora, essa deficiência tem incidência maior nas mulheres (8,5%) do que nos homens (5,3%), de acordo com os dados do IBGE (2010).

2.2.2 Deficiência auditiva

O Decreto Federal nº 5.296/2004 define como deficiência auditiva: “[...] a perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz e 3.000 Hz”. (BRASIL, 2004).

A deficiência auditiva é a perda parcial ou total da audição e também pode ser causada de forma congênita (má formação) ou no decorrer da vida, por exemplo, como resultado da exposição por tempo demasiado a ambientes com nível de barulho excessivo, podendo, assim, acarretar a perda parcial da audição ou até mesmo a surdez.

2.2.3 Deficiência mental (intelectual)

Segundo o Decreto Federal nº 5.296/2004, a deficiência mental é o: “[...] Funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos 18 anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas”. (BRASIL, 2004)

A pessoa com essa deficiência, portanto, têm na maioria das vezes dificuldades para aprender, entender, interagir, se comunicar ou fazer tarefas simples do cotidiano.

As deficiências intelectuais / mentais podem ser classificadas da seguinte forma:

Profunda

- Grandes problemas de comunicação;
- Dependência de outras pessoas em quase todas as funções e atividades cotidianas.

Grave

- Necessidade de ajuda para atividades diárias e para se comunicar;
- Presença de muitos problemas psicomotores.

Moderada

- Presença de hábitos de autonomia pessoal e social;
- Comunicação pela linguagem oral, porém com dificuldades na expressão e compreensão oral;
- Dificuldade para dominar as técnicas de leitura, escrita e cálculo.

Leve

- Possibilidade de realizar tarefas mais complexas;
- Aprendizagem mais lenta, mas com a possibilidade de permanecer em turmas escolares comuns com um acompanhamento especial;
- Capacidade de desenvolver aprendizagens e para se adaptar e integrar no mundo em que vive;
- Atraso mínimo nas áreas perceptivas e motoras;
- Geralmente não há presença de problemas de adaptação aos ambientes familiar e social.

A deficiência mental (intelectual) pode ter várias causas incluindo fatores genéticos como, por exemplo, a Síndrome de Down, que é acarretada pela presença de três cromossomos 21 em todas ou na maior parte das células de um indivíduo.

Porém, alguns casos de deficiência intelectual só são diagnosticados quando a criança começa a frequentar o ambiente escolar e apresenta dificuldades no aprendizado.

2.2.4 Deficiência múltipla

O Decreto Federal nº 5.296/2004 (BRASIL, 2004) define deficiência múltipla como “[...] a associação de duas ou mais deficiências”. Para a Política Nacional de Educação Especial (PNEE), a deficiência múltipla é “[...] a

associação, no mesmo indivíduo, de duas ou mais deficiência primárias (mental/visual/auditiva/física) com comprometimento que acarretam atrasos no desenvolvimento global e na capacidade adaptativa”. (BRASIL, 2004).

2.2.5 Deficiência visual

A deficiência visual é definida como a perda total ou parcial da visão, de maneira congênita ou adquirida. As deficiências visuais são caracterizadas, de acordo com o censo (IBGE, 2010), conforme o grau de dificuldade de visão do indivíduo. Foco central desta pesquisa e considerando o Decreto Federal nº 5.296/2004, a **deficiência visual** está definida como:

Cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a **baixa visão**, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores. (BRASIL, 2004).

Essa deficiência atinge quase 36 milhões de brasileiros (IBGE, 2010), sendo a maioria desses acometidos pela baixa visão. Esse número expressivo da deficiência, que acomete parte da população nacional, se converte em desafio e em estímulo na busca de alternativas para estudar e propor formas de oportunizar a inclusão, com o uso das tecnologias, que é um dos objetivos desta investigação.

Assim, no contexto do presente estudo, para compreender as dificuldades de visão e para possibilitar um melhor entendimento sobre o tema e os dados estatísticos, criou-se a classificação a seguir:

- **Não consegue de modo algum** – para a pessoa que declarou ser permanentemente incapaz de enxergar;
- **Grande dificuldade** – para a pessoa que declarou ter grande dificuldade permanente de enxergar, ainda que usando óculos ou lentes de contato;

- **Alguma dificuldade** – para a pessoa que declarou ter alguma dificuldade permanente de enxergar, ainda que usando óculos ou lentes de contato;
- **Nenhuma dificuldade** – para a pessoa que declarou não ter qualquer dificuldade permanente de enxergar, ainda que precise usar óculos ou lentes de contato.

Dessa forma, as pessoas com deficiência visual, de acordo com a patologia que possuem, são classificadas em dois grupos principais: cegueira e baixa visão.

O indivíduo cego é aquele que teve perda total da visão ou que apresenta pouquíssima capacidade de enxergar, e a cegueira pode ser congênita ou adquirida. O dano que impede a visão pode ser causado durante a formação do indivíduo no útero materno, no nascimento ou em incidentes ocorridos ao longo da vida.

Descritos os significados dos tipos de deficiência visual, é possível compreender as dificuldades não somente com relação às definições da legislação, mas também no que se refere à aplicabilidade de suas determinações, uma vez que além de ser necessário ter um diagnóstico preciso da deficiência, é necessária uma composição diferenciada (física-estrutural e social) para atender à diversidade das demandas que acompanham cada tipo de deficiência.

Para entender essa complexidade, o próximo subitem destaca os desenvolvimentos e os progressos ocorridos nas últimas décadas, não somente a partir de ações de organismos públicos e suas legislações, como também pelo esforço de cidadãos e cidadãs que fazem um trabalho muito importante e diferenciado no sentido de ampliar as formas de acessibilidade.

2.3 Um panorama da acessibilidade nas últimas décadas

A acessibilidade é a combinação de ações da sociedade civil organizada, de instrumentos tecnológicos, de legislação, entre outros, que, em conjunto, resultam em formas imprescindíveis para que a PcD possa dispor do exercício

pleno de seus direitos, conquistando sua integral mobilidade e participação efetiva na sociedade.

As pessoas com deficiência sofrem com discriminações de toda ordem, desde as dificuldades de locomoção, chegando a situações de completo abandono e não aceitação social, que muitas vezes ocorrem por desconhecimento de suas necessidades, suas prioridades e seus direitos.

Porém, após a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD) da Organização das Nações Unidas (ONU), realizada em 13 de dezembro de 2006, mudanças vêm ocorrendo na luta pela acessibilidade. Assim, é possível afirmar que esse cenário de exclusão passou a ser visto de forma diferenciada pela sociedade e pelas autoridades, o que se verifica pelo fato de que a Convenção foi incorporada à legislação e posteriormente se tornou fonte inspiradora para a criação da Lei Brasileira de Inclusão.

Na verdade, a Constituição Brasileira de 1988, conhecida como Constituição Cidadã, em seu Artigo 5º trouxe uma das mais importantes referências de inclusão social, assegurando os direitos plenos das cidadãs e cidadãos, referendando e fortalecendo a luta pela igualdade, acessibilidade e inclusão social da população.

Na última década, muitos foram os avanços e conquistas nesse sentido. Isso foi possível por intermédio da luta constante da sociedade civil organizada e dos inúmeros decretos e leis (Anexo 1) que surgiram com o intuito de garantir os direitos das e para as pessoas com deficiência. Dentre os avanços podemos destacar o uso da terminologia “pessoa com deficiência”, bem mais adequada do que “pessoa portadora de deficiência”, pois, de acordo com Madruga (2016), deficiência não se carrega, não se porta, não se leva consigo, como se fosse um objeto.

A expressão “pessoa com deficiência” foi oficialmente adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) realizada em 13 de dezembro de 2006 e que entrou em vigor em 3 de maio de 2008, a partir da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência.

Sonza (2004) faz uma comparação entre a antiga e a nova visão sobre as pessoas com deficiência no âmbito das formas de tratamento e de ações da

sociedade de um modo geral. O Quadro 1, disponibilizado a seguir, evidencia esse cenário.

Quadro 1 – Visão antiga e nova visão sobre as pessoas com deficiências

Visão Antiga sobre as Pessoas com Deficiência	Nova Visão sobre as Pessoas com Deficiência
Pessoas com deficiência como objeto de caridade.	Pessoas com deficiência como detentores de direitos.
Pessoas com deficiência como pacientes.	Pessoas com deficiência como cidadãos e consumidores de autonomia.
Profissionais tomando decisões pelas pessoas com deficiência.	Tomada de decisões e assunção de responsabilidades, com independência, por parte das pessoas com deficiência e organizações próprias em assuntos que lhes dizem respeito.
Enfoque apenas nas deficiências das pessoas.	Promoção de ambientes acessíveis, de apoio e de eliminação de barreiras, revisão de culturas, políticas e normas sociais.
Rotulação de pessoas como dependentes ou não empregáveis.	Ênfase nas habilidades e na provisão de medidas efetivas de apoio.
Projeção de processos econômicos e sociais para poucos.	Projeção de um mundo flexível para muitos.
Segregação desnecessária em: educação, emprego e em outras áreas da vida.	Inserção de pessoas com deficiência na corrente principal da sociedade.
Políticas sobre deficiência como uma questão que afeta apenas os órgãos especiais.	Inserção de políticas sobre deficiência como uma responsabilidade geral do governo.

Fonte: Sonza (2004), adaptado pelo autor, 2020.

Além da evolução nas nomenclaturas e do uso de terminologias mais adequadas, a acessibilidade na atualidade contempla também a inserção das pessoas com deficiência frente aos desafios e as oportunidades das tecnologias digitais. Resgatando novamente a Convenção Internacional sobre Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU (2006), vê-se que ela estabeleceu, em seu artigo 9º, as formas como as nações deveriam tratar a inclusão, em especial incorporando a tecnologia como agente capaz de “facilitar” essa inserção social e suas abrangências. Assim,

A fim de possibilitar às pessoas com deficiência viver com autonomia e participar plenamente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes deverão tomar as medidas apropriadas para assegurar-lhes o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico,

ao transporte, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação. [...] Os Estados Partes deverão também tomar medidas apropriadas para: [...]. Promover o acesso de pessoas com deficiência a novos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, inclusive à internet; e [...]. Promover o desenho, o desenvolvimento, a produção e a disseminação de sistemas e tecnologias de informação e comunicação em fase inicial, a fim de que estes sistemas e tecnologias se tornem acessíveis a um custo mínimo. (ONU, 2006, web).

Em outras palavras, a Convenção Internacional sobre Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU (2006) garantiu o direito da implementação de medidas que possibilitem a igualdade de oportunidades das pessoas com deficiência perante as demais pessoas, inclusive em relação ao uso de tecnologias digitais, as quais devem ser acessíveis e com custo mínimo.

O conceito de acessibilidade será definido posteriormente no âmbito da legislação, utilizando o Estatuto da Pessoa com Deficiência. A conceituação de acessibilidade está compreendida também como a possibilidade de o indivíduo ter acesso às dependências de um local de uso coletivo com total mobilidade e em condições semelhantes às de uma pessoa sem deficiência, conforme cita Carlin (2004):

Entende-se por acessibilidade a possibilidade de uso ou acesso a todos os lugares com facilidade e segurança, não apenas por pessoas ditas fisicamente íntegras, mas, também, por pessoas com algum tipo de limitação, sejam estas portadoras de deficiências permanentes ou temporárias. Acessibilidade significa então, garantir a inclusão de todas as pessoas nas mais diversas atividades, incluindo as necessidades específicas dos portadores de deficiência. (CARLIN, 2004, p. 38).

Segundo Machado (2003), “Mobilidade é a habilidade de locomover-se com segurança, eficiência e conforto no meio ambiente, através da utilização dos sentidos remanescentes”.

A questão da acessibilidade não se refere apenas às questões de estruturas físicas, pois as demandas política, cultural e social também podem ser fatores limitantes ou mesmo impeditivos de inclusão. Por exemplo: o custo alto e inacessível de uma tecnologia é um fator de exclusão para uma PcD. Do mesmo modo, o não cumprimento da legislação ou ainda a falta de conhecimento sobre os direitos e tantos outros fatores, que serão pontuados ao longo desta tese, também contribuem, de forma significativa, para que esse processo caminhe de

maneira tão lenta e para que ações voltadas a atender às demandas desse grupo sejam ainda tão incipientes na sociedade. É importante destacar que no decorrer da presente pesquisa será dado maior destaque à questão da acessibilidade das pessoas com deficiência visual e do uso das tecnologias digitais. Isto objetiva diagnosticar quais as principais dificuldades para esse público que ainda sofre com a exclusão em todos os níveis, mesmo com a existência de legislações que, teoricamente, garantam o direito à inclusão social.

Para demonstrar o cenário inicial e permitir uma ampliação do conhecimento sobre acessibilidade e a legislação atual, optou-se por detalhar algumas aquisições. Porém, é preciso assinalar que o ponto de partida que reforçou muitas conquistas se deu por meio da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, considerada um verdadeiro marco na luta pela inclusão no Brasil.

2.3.1 Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI)

Em 6 de julho de 2015 foi sancionada a Lei nº 13.146, conhecida também como Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), ou, ainda como Estatuto da Pessoa com Deficiência. Considerada uma grande conquista, essa legislação tramitou por mais de uma década no Congresso Nacional e, sem dúvida, gerou um grande avanço na luta pela garantia dos direitos da PcD, promovendo a inclusão social e a cidadania para esse contingente de cidadãos e cidadãs.

Tendo como base a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, estabelecida pela Assembleia Geral da ONU, em 13 de dezembro de 2006, em uma reunião ocorrida na cidade de Nova Iorque, que definiu os objetivos de “[...] proteger e garantir o total e igual acesso a todos os direitos humanos e liberdades fundamentais para todas as pessoas com deficiência, e promover o respeito à sua dignidade” (ONU,2006), tendo sido posteriormente ratificada pelo Decreto Legislativo nº 186, de 9 de julho de 2008, é possível afirmar que os avanços para a LBI foram notórios.

A Lei Brasileira de Inclusão promoveu a mudança em diversas legislações vigentes, efetivando a autonomia e a igualdade de direitos. Entre as legislações que sofrerem melhorias, após a promulgação da LBI, é possível citar o Decreto

nº 3.298/99, as Leis nº 10.048/2000 e nº 10.098/2000 e o Decreto nº 5.296/2004.

O Estatuto da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015) estabelece em seu artigo 3º a definição de acessibilidade:

I - Acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2015).

A acessibilidade sem dúvidas é uma forma imprescindível para que as pessoas com deficiência possam superar questões cotidianas. Situações que ocasionam, por exemplo, dificuldades para caminhar em vias públicas, ir ao supermercado, entre outras, e fazem com que os deficientes visuais estejam em condições de desigualdade.

A LBI promoveu também alterações nas seguintes Leis:

- **Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943).** A LBI determinou, por meio do artigo 34, que a PcD tem direito ao trabalho de sua livre escolha, em ambiente acessível e inclusivo, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas. Desta forma, é terminantemente proibido negar ou criar empecilho ao emprego, trabalho ou promoção à pessoa em razão de sua deficiência, cabendo ao Ministério do Trabalho e Emprego,

Fiscalizar bem como gerar dados e estatísticas sobre o total de empregados e as vagas preenchidas por pessoas com deficiência e por beneficiários reabilitados da Previdência Social, fornecendo-os, quando solicitados, aos sindicatos, às entidades representativas dos empregados ou aos cidadãos interessados. (BRASIL, 2015).

- **Código de Trânsito Brasileiro (Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997).** Também sofreu alterações, garantindo à PcD vagas de estacionamento regulamentadas nas vias públicas, conforme o Art. 47.

Em todas as áreas de estacionamento aberto ao público, de uso público ou privado de uso coletivo e em vias públicas, devem ser reservadas vagas próximas aos acessos de circulação de pedestres, devidamente sinalizadas, para veículos que transportem pessoa com deficiência com comprometimento de mobilidade, desde que devidamente identificados. (BRASIL, 2015).

- **Estatuto da Cidade (Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001).** A LBI também alterou a lei em questão e garantiu a criação de programas de construção de moradias e melhoria das condições habitacionais, de saneamento básico e de obrigação para que obstáculos sejam removidos a fim de que a PcD possa ter o direito de se locomover e, em consequência, efetivar seus direitos ao trabalho, saúde, educação e mobilidade.

Art. 3º [...] III - promover, por iniciativa própria e em conjunto com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, programas de construção de moradias e melhoria das condições habitacionais, de saneamento básico, das calçadas, dos passeios públicos, do mobiliário urbano e dos demais espaços de uso público; IV - instituir diretrizes para desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico, transporte e mobilidade urbana, que incluam regras de acessibilidade aos locais de uso público;

Art. 41. [...] § 3º As cidades de que trata o **caput** deste artigo devem elaborar plano de rotas acessíveis, compatível com o plano diretor no qual está inserido, que disponha sobre os passeios públicos a serem implantados ou reformados pelo poder público, com vistas a garantir acessibilidade da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida a todas as rotas e vias existentes, inclusive as que concentrem os focos geradores de maior circulação de pedestres, como os órgãos públicos e os locais de prestação de serviços públicos e privados de saúde, educação, assistência social, esporte, cultura, correios e telégrafos, bancos, entre outros, sempre que possível de maneira integrada com os sistemas de transporte coletivo de passageiros. (BRASIL, 2015).

- **Código Civil (Lei Nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002).** A LBI estabeleceu, mediante as alterações em vários artigos, a garantia de direitos e, inclusive, eliminou entraves ao casamento das pessoas com deficiência.

A LBI apresenta e define, em seus Artigos 27 e 28, que a educação é um direito da PcD e as escolas regulares devem aceitar alunos com deficiência e suas famílias nas diversas instâncias de atuação da comunidade escolar, visando assim eliminar as barreiras e que seja promovida a inclusão plena e que cabe ao poder público fiscalizar o cumprimento da lei.

Art. 27. A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurado sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo

desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação.

Art. 28. Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar. (BRASIL, 2015).

Esses artigos destacados da LBI, assim como a lei em sua totalidade, são muito desafiadores, em especial quando se reflete sobre a situação atual da educação nacional, em virtude de fatores como o número reduzido de escolas públicas preparadas para atender os ingressantes, as condições estruturais de falta de acessibilidade e de localização muitas vezes inadequadas, ou a insuficiência de preparo do corpo docente para promover essa inclusão, entre outros fatores. Recentemente, em 02 de setembro de 2021, em sua participação no programa Roda Viva, da TV Cultura, o ministro da Educação, Milton Ribeiro, afirmou que "[...] alunos com deficiência atrapalham o aprendizado de outras crianças sem a mesma condição". O Ministro se referia às escolas públicas de educação mista, que são aquelas que colocam alunos com necessidades especiais para aprenderem junto aos demais. Mesmo pedindo desculpas em "[...] uma audiência a portas fechadas, na Câmara dos Deputados", assumindo ter "pouco conhecimento" sobre as causas das pessoas com deficiência, o fato só evidencia e reforça que é preciso que ocorra uma priorização para a efetividade da educação inclusiva. (CORREIO, 2021, *web*).

Quando se propõe a reflexão sobre locomoção e mobilidade não se pode deixar de citar as normas técnicas de acessibilidade que dispõem de diretrizes e regras para que os locais se tornem de fácil acesso e preparados com total mobilidade e para qualquer pessoa que for utilizar o ambiente, conforme será visto a seguir.

2.3.2 Normas técnicas de acessibilidade

Com intuito de garantir a acessibilidade, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elaborou diversas normas que estabelecem as

diretrizes de acessibilidade para a mobilidade das pessoas com deficiência. Dentre elas, podem ser citadas como principais as descritas a seguir.

- **ABNT NBR 9050:2004 – Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamento Urbanos.** Estabelece, em seu texto, critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação dos meios urbano e rural, e de edificações, às condições de acessibilidade. A norma visa proporcionar a utilização de maneira autônoma, independente e segura de ambientes, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção.
- **ABNT NBR 16537:2016 – Acessibilidade – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.** Estabelece critérios e parâmetros técnicos observados para a elaboração do projeto e instalação de sinalização tátil no piso, seja para construção ou adaptação de edificações, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade para as pessoas com deficiência visual e/ou surdo-cegueira.
- **ABNT NBR NM 313:2007 – Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência.** Estabelece os requisitos para o acesso e uso seguro e independente de elevadores por pessoa, incluindo pessoas com deficiências.
- **ABNT NBR 14020:1997 – Transporte – Acessibilidade à pessoa portadora de deficiência - Trem de longo percurso.** Estabelece os princípios gerais para a acessibilidade à pessoa com deficiência, de forma segura, em trens de longo percurso.
- **ABNT NBR 14021:2005 - Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano.** Estabelece os critérios e parâmetros técnicos a

serem observados para acessibilidade ao sistema de trens urbano ou metropolitano, de acordo com os preceitos do Desenho Universal¹.

- **ABNT NBR 14022:2011 – Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros.** Estabelece os parâmetros e critérios técnicos de acessibilidade a serem observados em todos os elementos do sistema de transporte coletivo de passageiros de características urbanas, de acordo com os preceitos do Desenho Universal.
- **ABNT NBR 14273:1999 – Acessibilidade da pessoa portadora de deficiência no transporte aéreo comercial.** Estabelece os padrões e critérios que visam propiciar às pessoas com deficiência condições adequadas e seguras de acessibilidade autônoma ao espaço aeroportuário e às aeronaves das empresas de transporte aéreo público regular, regional e suplementar.
- **ABNT NBR 15250:2005 – Acessibilidade em caixa de autoatendimento bancário.** Fixa os critérios e parâmetros técnicos de acessibilidade a serem observados quando do projeto, construção, instalação e localização de equipamentos destinados à prestação de informações e serviços de autoatendimento bancário.

Há muitas ações que estão sendo realizadas pela sociedade civil organizada, por intermédio de institutos, ONGs ou pessoas individuais, e uma das mais antigas e interessantes é o trabalho de Dorina Nowill, bem como seu legado, como será descrito a seguir.

¹ Desenho Universal é definido de acordo com a Convenção da ONU sobre Direitos das Pessoas com Deficiência (2006) como uma concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem utilizados, na medida do possível, por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou projeto específico. (ONU, 2006).

2.3.3 A luta pela inclusão das pessoas com deficiência visual: Dorina Nowill, a mulher que dedicou sua vida em busca dos direitos aos deficientes visuais

Atualmente, existem diversas legislações e normas técnicas que garantem os direitos das pessoas com deficiência, o que constitui uma grande evolução.

Porém, a luta pela inclusão das pessoas com deficiência não é algo novo. Uma prova disso é o caso de Dorina Nowill, que durante praticamente toda sua vida buscou criar formas de melhorar a vida das pessoas com deficiência visual.

Dorina de Gouvêa Nowill (Imagem 1) nasceu em São Paulo, em 28 de maio de 1919. Perdeu totalmente a visão aos 17 anos em virtude de uma doença que nunca foi diagnosticada.

Imagem 1 – Dorina Nowill



Fonte: Fundação Dorina Nowill para cegos (2020).

Porém, a deficiência nunca foi uma barreira na vida de Dorina, que iniciou uma luta que perdurou por quase 70 anos, visando ampliar os direitos dos deficientes visuais, direitos estes que na época eram praticamente inexistentes.

Sua trajetória teve início ao se tornar a primeira aluna deficiente visual de um curso regular de magistério na Escola Normal Caetano de Campos, em São Paulo.

Após finalizar seus estudos no Brasil, mudou-se para os Estados Unidos em 1946, onde se especializou em educação de cegos no Teacher's College da Universidade de Columbia, em Nova Iorque. A partir dessa formação e sem

desistir de sua luta, Dorina buscou o apoio da Kellogg's Foundation e da American Foundation for Overseas Blind, e em 1948 recebeu uma imprensa *Braille* completa para permitir e ampliar o acesso de pessoas com deficiência visual à educação. Atualmente, a Fundação Dorina Nowill possui uma imprensa *Braille* (Imagem 2) considerada uma das maiores do mundo, com capacidade para produzir até 450 mil páginas por dia.

Imagem 2 – Máquina de impressão em *Braille* da Fundação Dorina Nowill



Fonte: Estadão (2019).

O site da Fundação Dorina Nowill² para cegos traz uma linha do tempo com a trajetória de conquistas obtidas por Dorina Nowill, percurso de uma pioneira sobre o qual se dará destaque para reforçar o quanto o trabalho realizado por Dorina foi e ainda é importante.

Em 1954, conseguiu que fosse realizada no país uma reunião entre o Conselho Mundial para o Bem-Estar do Cego, o Conselho Brasileiro de Oftalmologia e a Associação Panamericana de Saúde.

É importante mencionar que o Conselho Mundial para Bem-Estar dos Cegos criado em 1952, tinha como objetivo unificar a simbologia *Braille* nas áreas da Matemática e das Ciências e assim estabelecer um código único de comunicação mundial.

² Disponível em: www.fundacaodorina.org.br. Acesso em: jan. 2021.

Porém, esse objetivo ainda não foi possível de ser alcançado em sua plenitude. Assim, o Soroban (Imagem 3) é utilizado desde a década de 1950 por deficientes visuais para efetuar cálculos.

Imagem 3 – Soroban



Fonte: Bengala Legal (2020).

Entre 1961 e 1973, Dorina Nowill participou da Campanha Nacional de Educação de Cegos do Ministério da Educação e Cultura (MEC). Durante o período, foram criados os serviços de educação de cegos em todas as Unidades da Federação.

Dorina organizou diversos congressos ao longo de sua trajetória e, em 1975, representou o Brasil na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre os Direitos da Mulher, onde foi aprovada a recomendação, em caráter mundial, para que as mulheres com deficiência fossem consideradas cidadãs plenas de seus direitos.

Em 1979, foi eleita presidente do Conselho Mundial dos Cegos e representou o Brasil na Assembleia Geral das Nações Unidas no ano de 1981, ano Internacional da Pessoa Deficiente.

Já em 1982, Dorina lutou também pela abertura de vagas e encaminhamento das pessoas com deficiência para o mercado de trabalho. Durante a Conferência da Organização Internacional do Trabalho (OIT), em Genebra, que ocorreu no mesmo ano, Dorina conseguiu que a Recomendação 99, sobre a reabilitação profissional, fosse discutida.

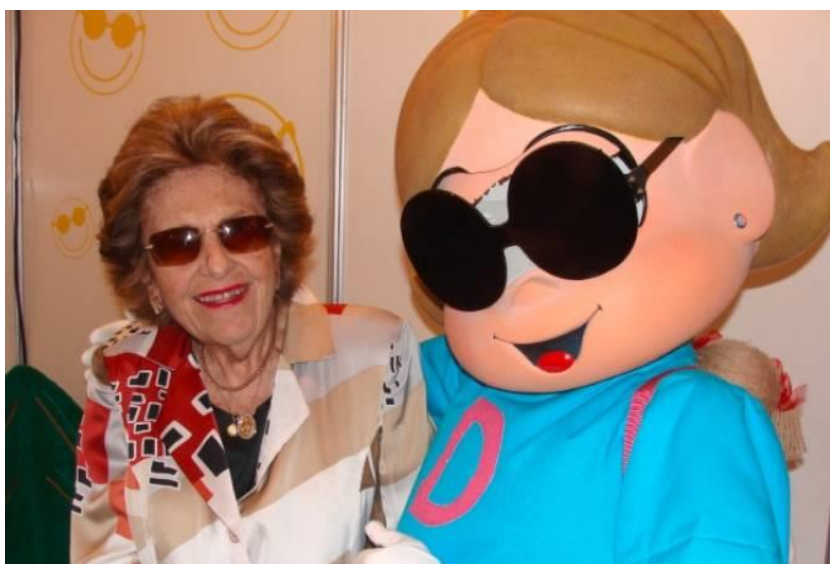
Do mesmo modo, Dorina idealizou a biblioteca Louis Braille, que se localiza desde 1986 no Centro Cultural São Paulo, e atuou por conquistas

políticas como a garantia do direito à educação inclusiva do cego no Estado de São Paulo, em lei assinada em 1953.

Recebeu prêmios nacionais e internacionais e escreveu sua autobiografia em 1996 denominada: “[...] *eu venci assim mesmo*”.

Em 2004, foi homenageada por Mauricio de Sousa (Imagem 4), que usou sua imagem como inspiração para criação da personagem Dorinha.

Imagem 4 – Dorinha, a personagem da Turma da Mônica em homenagem a Dorina Nowill



Fonte: Fundação Dorina Nowill para cegos (2020).

Dorina Nowill faleceu em 29 de agosto de 2010, aos 91 anos, e deixou um legado de enorme importância, após trabalhar incansavelmente para que diversas leis de inclusão fossem criadas e homologadas, alcançando, dessa forma, inúmeras conquistas para esse segmento de público e para a sociedade.

No ano de 2015, o Senado homenageou Dorina criando a Comenda Dorina Nowill, condecoração concedida para aqueles que desenvolvem contribuições relevantes na defesa das pessoas com deficiência no Brasil.

Em 2020, em virtude das celebrações pelos 100 anos de seu nascimento, a fundação que leva seu nome a descreveu como “[...] a mulher que enxergava o mundo com os olhos da alma” (FUNDAÇÃO DORINA NOWILL PARA CEGOS, web, 2020).

A seguir, serão apresentadas mais informações sobre a Fundação Dorina Nowill para cegos e as diversas formas de atuação da entidade visando intensificar a acessibilidade das pessoas com deficiência visual, reforçando a luta e a necessidade de mais ações e trabalhos como os realizados pela entidade.

2.3.3.1 Fundação Dorina Nowill para cegos

Em 1946, Dorina notou a necessidade de intensificar a produção de livros em *Braille* e com apoio de amigos, pessoas interessadas, órgãos do governo e a ajuda financeira e técnica da American Foundation for the Overseas Blind, criou a Fundação para o Livro do Cego no Brasil.

A organização tinha como objetivo principal produzir e distribuir gratuitamente livros em *Braille*. Em 1991, a fundação passou a ser denominada Fundação Dorina Nowill para Cegos, em homenagem a sua criadora.

Atualmente, a Fundação Dorina Nowill para Cegos é uma organização sem fins lucrativos e de caráter filantrópico, com o objetivo de facilitar a inclusão social de pessoas com deficiência visual, respeitando as necessidades individuais e sociais, por meio de produtos e serviços especializados.

A entidade acolhe mais de 3000 escolas, organizações, associações e bibliotecas que atendem o público com deficiência visual. Além de produzir livros em *Braille*, produz audiolivros nos formatos .MP3 e .WAV, textos em fonte ampliada e livros digitais sonoros em formato digital acessível Daisy³, mundialmente reconhecido como um dos principais recursos de acessibilidade para pessoas cegas ou com baixa visão e também no formato ePub⁴, considerado o que há de mais inovador no mundo dos livros digitais.

A Fundação Dorina Nowill para Cegos também realiza audiodescrição, que possibilita traduzir imagens em palavras, permitindo que pessoas cegas ou

³ **Daisy** (*Digital Accessible Information System*, sistema de informação digital acessível) é um sistema de livros digitais sonoros que tem como objetivo ajudar deficientes visuais ou qualquer outra pessoa que possua dificuldade de acesso a materiais escritos tradicionais, se caracterizando como mais uma ferramenta na inclusão no mundo da leitura. O sistema foi criado em 1994 na Suécia com a ideia base de usar gravações digitais inseridas em marcas estruturais em textos para facilitar a navegação do leitor cego. (Rede de Leitura Inclusiva, 2020).

⁴ **ePUB3** é o formato padrão para a distribuição de publicações e documentos digitais. Ele padroniza a codificação e o empacotamento de conteúdo Web estruturado semanticamente, permitindo a integração de documentos HTML5, CSS, SVG, XML e JavaScript, entre outros, em um formato de arquivo único (FLATSCHART, 2013)

com baixa visão consigam compreender conteúdos audiovisuais, como filmes, fotografias, peças de teatro e eventos em geral.

Além disso, a fundação oferece atendimentos personalizados de reabilitação e educação especial, atendimento psicológico, programas de empregabilidade, fisioterapia, entre outros, não somente para pessoas com deficiência visual, mas também para suas famílias. O objetivo de tais ações é propiciar às pessoas uma maior autonomia e independência em suas atividades diárias, buscando a inclusão das pessoas com deficiência no mercado de trabalho.

De acordo com o *site* da entidade (2020), ao longo de sete décadas, foram produzidos mais de 6 mil títulos de livros adaptados, além de mais de 2,7 mil obras em áudio e cerca de outros 900 títulos digitais acessíveis. Nos serviços da clínica de visão subnormal, reabilitação e educação especial foram atendidas mais de 17 mil pessoas no período.

A Fundação Dorina Nowill para Cegos também oferece cursos de capacitação, bem como consultoria para empresas e órgãos governamentais com foco na acessibilidade.

Traçado esse panorama sobre as ações que têm sido realizadas nas últimas décadas, não seria possível deixar de fora dessas conquistas um marco importante de inclusão para o século XXI e que está contido na proposta da Agenda 2030 da ONU, e que será tratado no próximo item.

2.4 A Agenda 2030 da ONU

Com o avanço das tecnologias digitais, surgem inúmeras possibilidades para uma sociedade mais inclusiva, permitindo, com isso, alcançar os objetivos estabelecidos pela ONU, através da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, que foi definido em 2006.

Em setembro de 2015, representantes de 193 Estados-membros da ONU se reuniram em Nova Iorque para discutirem sobre novos caminhos para o mundo, buscando a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Nasceu, então, o documento denominado *Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, que ficou conhecido como Agenda 2030.

O material aborda os novos desafios de desenvolvimento e está diretamente ligado aos resultados da Rio+20 (Conferência da ONU sobre Desenvolvimento Sustentável), realizada em junho de 2012, na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil. Dessa forma, todos os países envolvidos na Agenda 2030 comprometeram-se a tomar medidas necessárias para promover o desenvolvimento sustentável nos próximos 15 anos, com o propósito de obter: “Uma Vida Digna para Todos”.

Este é um plano que pretende envolver governos e sociedade civil, englobando seus habitantes nas mais diversas localidades, bem como empresas e a academia. Os 17 ODS propostos pela Agenda são uma espécie de pontos de partida para objetivos a serem alcançados até 2030, em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta⁵.

Os principais objetivos dos ODS a serem alcançados são:

- Acabar com a pobreza e a fome, em todas as suas formas e dimensões;
- Garantir que todos os seres humanos possam realizar o seu potencial em dignidade e igualdade;
- Criar um ambiente saudável e sustentável para todos;
- Construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas;
- Proteger os direitos humanos e promover a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas;
- Assegurar a proteção duradoura do planeta e seus recursos naturais;
- Criar condições para um crescimento sustentável, inclusivo e economicamente sustentado, para todas as pessoas;
- Alcançar um mundo de respeito universal dos direitos humanos e da dignidade humana, do Estado de Direito, da justiça, da igualdade e da não discriminação; do respeito pela raça, etnia e diversidade cultural; e da igualdade de oportunidades que permita a plena realização do potencial humano e contribua para a prosperidade compartilhada;
- Um mundo em que cada criança cresça livre da violência e da exploração. Onde cada mulher e menina desfrute da plena igualdade de gênero e no

⁵ A lista completa dos ODS está disponível no site das Nações Unidas Brasil, <https://nacoesunidas.org/pos2015/>, acesso em: fev. 2020.

qual todos os entraves jurídicos, sociais e econômicos para seu empoderamento foram removidos. Um mundo justo, equitativo, tolerante, aberto e socialmente inclusivo em que sejam atendidas as necessidades das pessoas mais vulneráveis.

A Imagem 5 ilustra os objetivos citados anteriormente.

Imagem 5 – Objetivos Globais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Agenda 2030 (2020).

Dentre todos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), expostos na Imagem 6, o Objetivo nº 10: Redução das Desigualdades pode ser destacado como relevante para a presente pesquisa, tendo em vista a busca da redução da desigualdade dentro dos países e entre eles.

Imagem 6 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Agenda 2030 (2020).

A desigualdade é um problema global que requer soluções integradas com o intuito de erradicar a pobreza e reduzir as desigualdades socioeconômicas, e combater às discriminações de todos os tipos e em todos os níveis.

Com base no material disponibilizado no *site* da ONU, o Objetivo 10: Redução das Desigualdades dentro dos países, estabelece:

10.1- Até 2030, progressivamente alcançar e sustentar o crescimento da renda dos 40% da população mais pobre a uma taxa maior que a média nacional;

10.2- Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra;

10.3- Garantir a igualdade de oportunidades e reduzir as desigualdades de resultados, inclusive por meio da eliminação de leis, políticas e práticas discriminatórias e da promoção de legislação, políticas e ações adequadas a este respeito;

10.4- Adotar políticas, especialmente fiscal, salarial e de proteção social, e alcançar progressivamente uma maior igualdade;

10.5- Melhorar a regulamentação e monitoramento dos mercados e instituições financeiras globais e fortalecer a implementação de tais regulamentações;

10.6- Assegurar uma representação e voz mais forte dos países em desenvolvimento em tomadas de decisão nas instituições econômicas e financeiras internacionais globais, a fim de produzir instituições mais eficazes, críveis, responsáveis e legítimas;

10.7- Facilitar a migração e a mobilidade ordenada, segura, regular e responsável das pessoas, inclusive por meio da implementação de políticas de migração planejadas e bem geridas;

10.a- Implementar o princípio do tratamento especial e diferenciado para países em desenvolvimento, em particular os países menos desenvolvidos, em conformidade com os acordos da OMC;

10.b- Incentivar a assistência oficial ao desenvolvimento e fluxos financeiros, incluindo o investimento externo direto, para os Estados onde a necessidade é maior, em particular os países menos desenvolvidos, os países africanos, os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus planos e programas nacionais;

10.c- Até 2030, reduzir para menos de 3% os custos de transação de remessas dos migrantes e eliminar os corredores de remessas com custos superiores a 5%. (AGENDA 2030, 2020).

O principal objetivo da ONU, ao estabelecer esse plano de metas a serem cumpridas até o ano de 2030, parte do desafio de “[...] não deixar ninguém para trás”, para que ocorra um desenvolvimento sustentável, ou seja, todas as pessoas precisam ser assistidas e incluídas socialmente em condições de igualdade.

A agenda 2030 cita em alguns ODS a utilização das tecnologias de informação e comunicação pelas pessoas deficientes. No atual cenário nacional e mundial, embora tenham evoluído bastante e, como consequência, tenham um custo mais acessível, as tecnologias, bem como seu uso, ainda estão longe de serem popularizadas. Quando se coloca como foco central o processo de inclusão das pessoas com deficiência, um *gap* ainda maior se abre.

É possível partir do princípio de que para isso ser viabilizado muitos desafios precisam ser superados. Entre eles, vale mencionar a necessidade de as tecnologias estarem disponíveis e acessíveis para as pessoas com deficiência, tendo em vista que, como se verá a seguir, parte significativa dessa parcela da população, de acordo com dados do IBGE (2010), está inserida nas classes mais pobres e que não possuem acesso às tecnologias inovadoras. Um exemplo dessa falta de acesso ficou ainda mais evidenciado nos anos de 2020 e 2021 com a Pandemia de Covid-19, que gerou a necessidade do isolamento social e dos estudos à distância.

De acordo com dados estatísticos do CETIC⁶ (2009) “[...] 46 milhões de brasileiros não têm acesso à internet. Desse total, 45% explicam que a falta de acesso acontece porque o serviço é muito caro e para 37% dessas pessoas, a falta do aparelho celular, computador ou *tablet* também é uma das razões”. Quando se analisa o perfil dos usuários divulgados na TIC Domicílios (2009), realizada pelo CETIC, os resultados são ainda mais alarmantes. Mesmo considerando os 74% (aproximadamente 134 milhões de pessoas e 71% dos lares do país) da população com acesso à internet, a “[...] cada cinco pessoas, uma afirma que só consegue acessar a internet através da rede emprestada do vizinho”. Também, Fábio Storino (analista de informações do CETIC) explica que os usuários brasileiros têm o seguinte perfil: “[...] predominantemente urbano; escolaridade maior, principalmente médio e superior; tende a ter idade entre 10 e 45 anos e, sobretudo das classes mais altas, A e B”. Além disso, os dados sobre a população mais pobre do país deixam evidentes que apenas metade das casas da classe D e E têm acesso à internet. (BRASIL DE FATO, 2020, *web*).

Do mesmo modo, é importante mencionar que nesses dados não estão contidos a falta de habilidade para uso do equipamento ou mesmo a não possibilidade de acesso, agravada pelo fato de o internauta ter qualquer tipo de deficiência. Quando esses números são implementados, a situação se torna ainda mais grave, como se verá no próximo subitem.

2.5 Os dados da deficiência e o uso da tecnologia no Brasil pelas pessoas com deficiência

Diante da relevância da temática da inclusão, nota-se que há poucos dados robustos e que sejam apresentados com periodicidade, permitindo análises mais críticas sobre a realidade desse segmento da população e que demonstrem esses cenários de exclusão e de desigualdade apresentados anteriormente.

Esta situação é relatada por Lamichhane (2014, p.3), quando afirma que: “[...] a escassez de dados confiáveis e pesquisas empíricas explica em parte o motivo pelo qual as questões sobre deficiência geralmente têm baixa prioridade

⁶ Centro Regional e Estudos para Desenvolvimento da Sociedade da Informação.

na agenda de desenvolvimento dentro das políticas de governos e agências internacionais". O autor ainda cita que há poucos questionamentos relacionados ao tema da deficiência nos questionários de pesquisas, o que acaba gerando, muitas vezes, uma inconsistência nos dados reais sobre os números da deficiência. Devemos ressaltar que a necessidade da produção de dados é estabelecida por meio da Convenção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (2006), e foi sancionado no Brasil por meio do Decreto Legislativo 186 (BRASIL, 2008). Em seu Artigo 31, o Decreto define que: " Os Estados Partes coletarão dados apropriados, inclusive estatísticos e de pesquisas, para que possam formular e implementar políticas destinadas a pôr em prática a presente Convenção" (BRASIL, 2008).

Assim, o levantamento e a disponibilização desses dados são de vital importância. É formidável saber, por exemplo, os contextos em que vivem as pessoas com deficiência, a proporção da desigualdade em relação à população, onde estão alocadas as principais discrepâncias em analogia ao uso das tecnologias, como esse cenário de exclusão digital prejudica ainda mais as pessoas com deficiência e, de forma mais específica, os deficientes visuais, foco desta tese. Igualmente, os dados estatísticos também possibilitam o desenvolvimento de políticas públicas que possam atender a esse segmento da população.

A propósito desse tema, Bernardes (2012) cita a necessidade da formulação de políticas públicas para contemplar as demandas das pessoas com deficiência.

A formulação de políticas públicas voltadas para a garantia dos direitos fundamentais das pessoas com deficiência está, por conseguinte, sendo progressivamente incorporada à agenda política e, conseqüentemente, o acesso a bens e serviços para todos, com equiparação de oportunidades, tornou-se uma demanda evidente para os agentes públicos. (BERNARDES, 2012, p. 19).

Na assertiva do autor, encontra-se mais um reforço para que o perfil desse grupo da população seja conhecido, tornando possível o desenvolvimento de ações específicas, buscando atender às demandas características dessa população.

Assim, nas revisões bibliográfico-documentais realizadas foi possível coletar alguns dados (apresentados na Tabela 1 e no Gráfico 2), que, embora não sejam atuais, traçam um panorama amplo sobre o perfil das pessoas com deficiência no Brasil⁷.

Uma das pesquisas realizadas pela Cetic.br é a TIC Domicílios, por meio da qual, desde o ano de 2005, avalia o uso das tecnologias pela população brasileira tendo como amostragem 350 municípios brasileiros.

Em pesquisa realizada no ano de 2016, a TIC Domicílio (CETIC.BR, 2017) constatou que 11,6% da população entrevistada tinha algum tipo de deficiência (visual, auditiva, motora, mental ou intelectual e em mãos ou membros superiores).

Desse total de 11,6% de pessoas com deficiência, 7,9% são acometidas por problemas visuais, ou seja, mais da metade das pessoas com deficiência identificadas na pesquisa sofrem com problemas visuais, conforme aponta a Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem de moradores e o grau de severidade de deficiência de acordo com a pesquisa TIC Domicílios (2016)

Total de moradores (%)

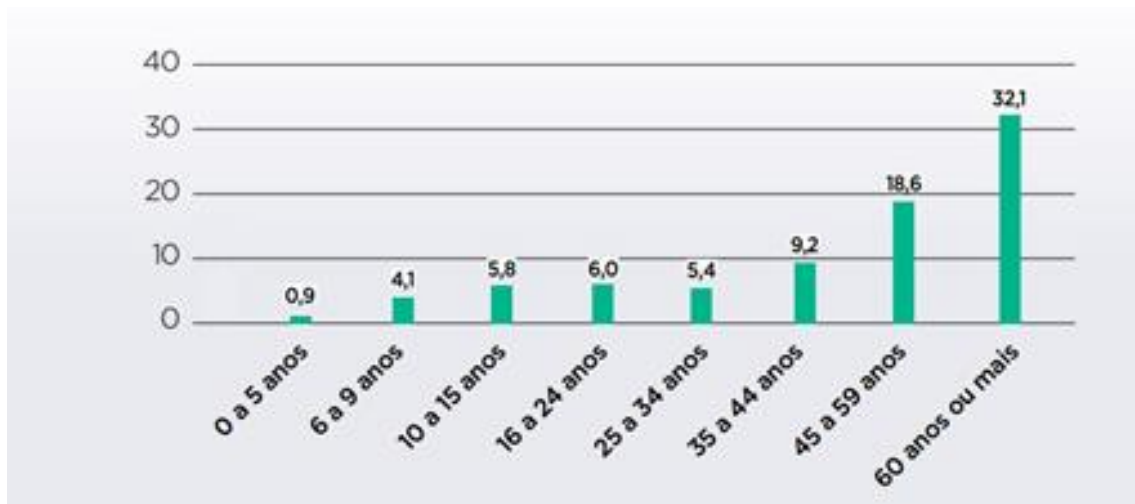
GRAU DE SEVERIDADE	TIPO DE DEFICIÊNCIA			
	Visual	Auditiva	Motora	Mãos ou membros superiores
Não consegue de modo algum	0,1	0,2	0,4	0,2
Tem grande dificuldade	2,3	0,6	1,2	0,5
Tem alguma dificuldade	5,3	0,9	1,4	0,5
Não sabe ou não respondeu	0,2	0,0	0,0	0,0
Total	7,9	1,7	2,9	1,2

Fonte: CGI.br (2020).

A mesma pesquisa (CETIC.BR, 2017) apurou que as pessoas deficientes estão inseridas nas faixas etárias mais idosas, conforme se pode constatar no Gráfico 2.

⁷ Dados oficiais mais recentes disponibilizados.

Gráfico 2 – Moradores com deficiência, por faixa etária (2016)

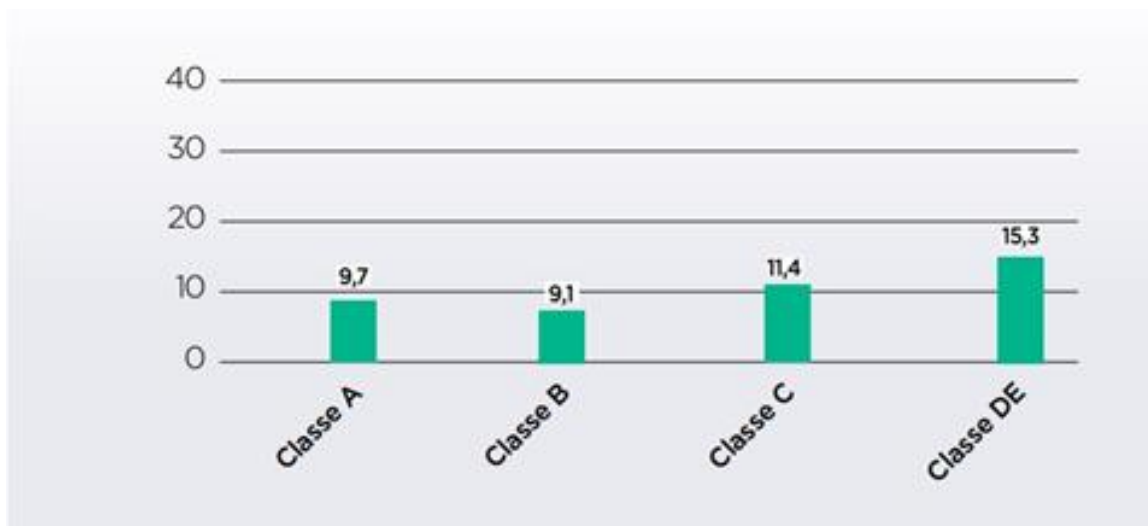


Fonte: CGI.br (2020).

Detecta-se, nesse gráfico, que as pessoas com deficiência estão inseridas de maneira predominante nas faixas etárias entre 45 a 59 anos e acima de 60 anos.

O que foi possível observar durante a revisão de literatura é que a questão social faz com que muitos brasileiros não estejam inseridos na era digital e os deficientes visuais fazem parte desse cenário de exclusão. Diversos são os fatores que impedem o acesso às TICs pelas pessoas com deficiência, dentre as quais podem ser citados: o alto custo, a falta de conhecimento das pessoas deficientes sobre a existência de tais tecnologias e a necessidade de políticas públicas que estimulem a popularização dessas tecnologias digitais em prol desse público alvo.

A questão da desigualdade no uso de tecnologias por pessoas com deficiência é notória quando se compara esse público com as demais pessoas da sociedade. Analisando os dados fornecidos pela Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2013), nota-se que as pessoas com deficiência tendem a conseguir empregos com baixa remuneração e muitas vezes em atividades pouco valorizadas ou mesmo acabam indo para o mercado informal, prejudicando ainda mais o acesso às tecnologias. O Gráfico 3 reflete essa situação, em que uma grande parcela desse público está inserida nas classes socialmente mais vulneráveis.

Gráfico 3 – Moradores com deficiência, por classe social (2016)

Fonte: CGI.br (2020).

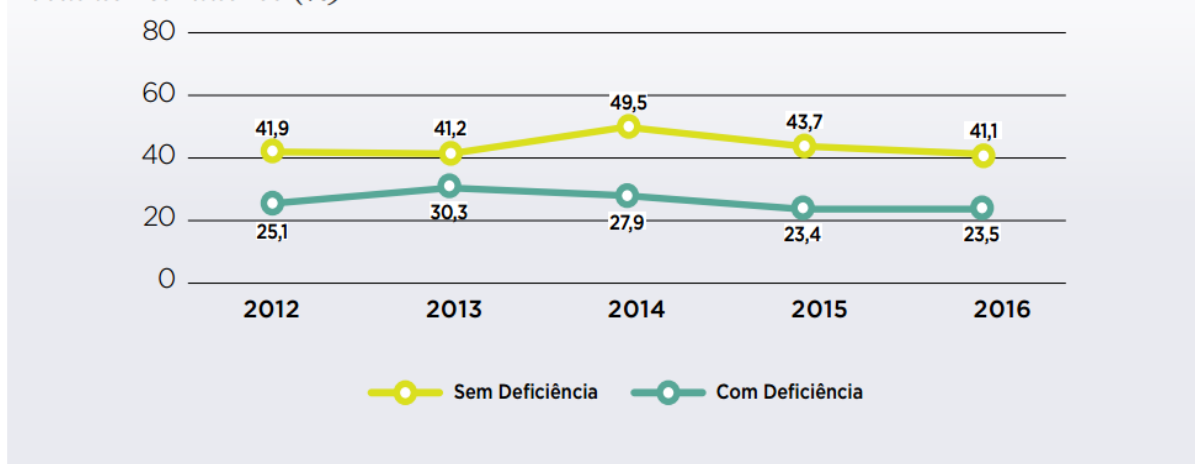
A questão social também é tratada nos dados da OMS (2017), que permitem constatar que 90% das pessoas com deficiência visual vivem em situação de baixa renda. Tais afirmações são reforçadas pela CGI.br (2020):

As pessoas com deficiência, muitas vezes estão em desvantagem financeira significativa em virtude de seu poder de geração de renda ser reduzido em razão da deficiência vivenciada. Como resultado, esses sujeitos podem ter dificuldade em obter a tecnologia que, possivelmente, faça a diferença em suas vidas, a qual lhes fornecerá acesso ao mundo conectado digitalmente. (CGI.br, 2020, p. 54).

Este cenário reflete diretamente no uso das tecnologias digitais. De acordo com a pesquisa TIC Domicílio (CETIC.BR, 2017) a discrepância é grande entre a porcentagem de pessoas sem deficiência que utilizam computador, representando 41,1%, quando comparada com os 23,5% de pessoas com deficiência e que utilizam computador, conforme aponta o Gráfico 4.

Gráfico 4 – Moradores que utilizam computador, segundo situação de deficiência (2016)

Total de moradores (%)

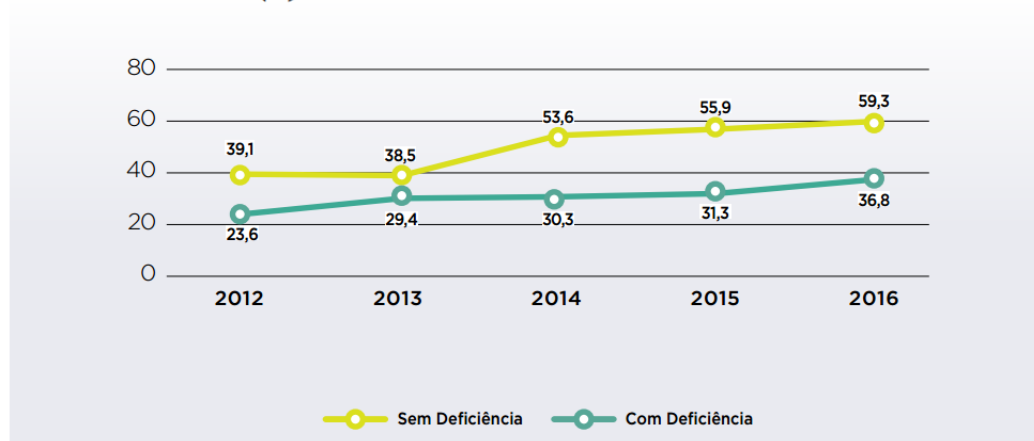


Fonte: CGI.br (2020).

É possível afirmar que, mesmo com a popularização da internet entre os anos de 2012 a 2016, nota-se que ainda há um hiato no que se refere ao uso de internet entre as pessoas sem deficiência (59,3%) e com deficiência (36,8%), que possuem acesso à internet, conforme demonstrado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Moradores, por uso de internet, segundo situação de deficiência (2016)

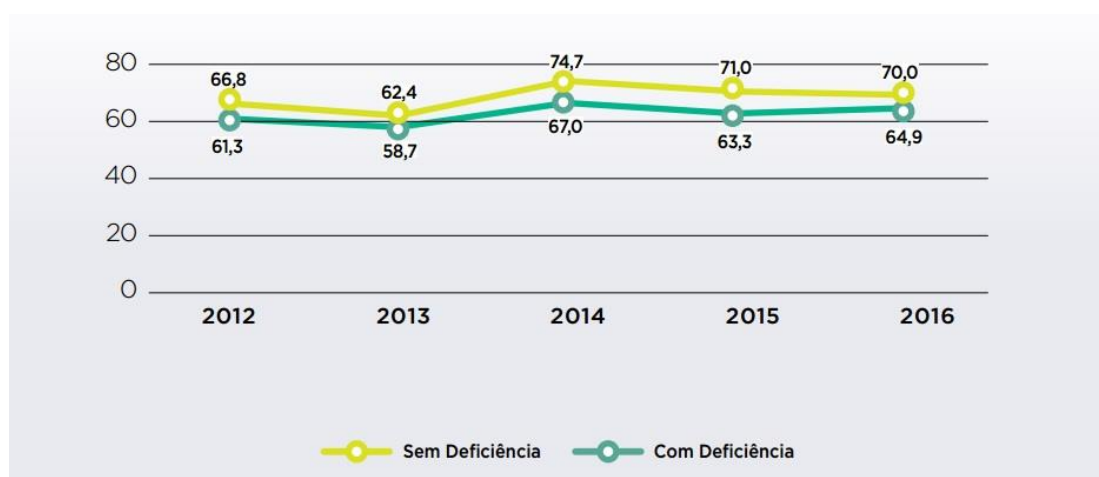
Total de moradores (%)



Fonte: CGI.br (2020).

Outro dado que chama atenção é que mesmo com o aumento no número de telefones celulares em posse das pessoas com deficiência (Gráficos 6 e 7), o que de certa forma colabora para inclusão desse público e também para o aumento no número de usuários de internet, esse segmento ainda não possui acesso satisfatório à rede de computadores. Esse fato pode ser causado por vários fatores como, por exemplo, impossibilidade financeira de contratar um plano de internet móvel ou de banda larga, falta de conhecimento, falta de tecnologia para atender à demanda desse público, dentre outros.

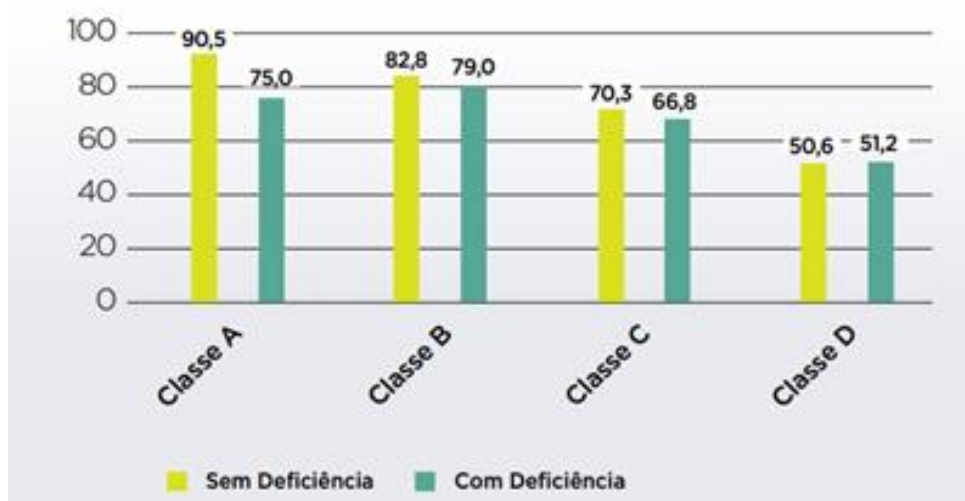
Gráfico 6 – Moradores, por posse de telefone celular, segundo situação de deficiência (2016)



Fonte: CGI.br (2020).

Mais uma vez, é possível constatar que apesar do aumento considerável no número de aparelhos de telefone celular em posse das pessoas com deficiência no período analisado, percebe-se que as pessoas com deficiência ainda necessitam de um acesso mais amplo a esse tipo de equipamento, conforme demonstra o Gráfico 7. Também, fica evidente que a classe social é um fator preponderante para o acesso.

Gráfico 7 – Moradores, por posse de telefone celular, segundo classe social e situação de deficiência (2016)



Fonte: CGI.br (2020).

Mesmo assim, o celular é a tecnologia mais utilizada pelas pessoas com deficiência. Especificamente no caso dos deficientes visuais, 72,7% desse segmento de público utilizam o telefone celular em seu cotidiano e 42,1% fazem uso da internet, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Moradores com deficiência vs. Uso de tecnologias (2016)

Total de moradores (%)

CATEGORIA DE DEFICIÊNCIA	TIPO DE TECNOLOGIA		
	Usa computador	Usa Internet	Possui telefone celular
Visual	27,3	42,1	72,7
Auditiva	15,0	22,2	48,3
Motora	11,7	20,5	54,0
Mãos ou membros superiores	13,2	20,5	42,9
Mental ou Intelectual	12,0	18,3	25,9

Fonte: CGI.br (2020).

Esses dados sobre o grande alcance no uso dos aparelhos de telefone celular, inclusive para acesso à internet por pessoas com deficiência, reforçam a viabilidade desta pesquisa, que objetivou demonstrar como a tecnologia pode auxiliar na vida cotidiana desse público, que, por exemplo, utilizando seu *smartphone* poderá dispor de mais mobilidade e inclusão nas dependências de

um *shopping center*, local escolhido para as reflexões, análises e ações a serem disponibilizadas no presente estudo.

Sánchez *et al.* (2019) apontam que é inegável a contribuição das TICs na modificação de padrões econômicos e sociais, possibilitando um novo campo de oportunidades que, até pouco tempo atrás, eram inimagináveis.

As tecnologias digitais dispõem de um enorme potencial para reduzir desigualdades, melhorar a qualidade de vida e contribuir para a inclusão de pessoas com deficiência. Tal afirmação fica reforçada nas análises realizadas pelo CGI.br (2020):

O acesso à informação e ao conhecimento possibilita que as pessoas com deficiência tomem decisões mais informadas e façam melhores escolhas em diferentes esferas da vida; por meio dessas tecnologias, essas pessoas são capazes de expressar decisões e exercer seu direito à liberdade de expressão e de opinião. As TIC também podem facilitar o acesso a serviços de saúde, à educação e à formação profissional, como também ao trabalho; podem promover maior participação de pessoas com deficiência na vida política e pública, assim como em atividades culturais, recreativas, de lazer e esportivas. (CGI.br, 2020, p.31).

O uso das tecnologias pelo deficiente visual permite a realização de diversas tarefas, antes ainda mais prejudicadas pela dificuldade visual, além de contribuir para o desenvolvimento cognitivo, social e afetivo desse indivíduo.

A questão da inclusão e da acessibilidade é um direito fundamental e a luta pelo exercício pleno desses direitos vem se tornando cada vez mais efetivo na sociedade. Reforçando essa assertiva, o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da Secretaria das Nações Unidas (UN DESA, 2018) pontua que cada vez mais a inclusão digital e a acessibilidade por meio das TICs devem ser consideradas como elementos críticos importantes a fim de garantir a inclusão e a conquista de caminhos para o desenvolvimento das pessoas com deficiência. Dessa forma, e a título de exemplo, o Quadro 2 traz uma síntese das tecnologias e o seu potencial uso pelos deficientes visuais, foco central desta tese de doutorado.

Quadro 2 – Tecnologias digitais que podem auxiliar na inclusão de pessoas com deficiência visual

Tipo de Tecnologia	Uso potencial pela pessoa com deficiência visual
Internet	• Sites: educação à distância e cursos de treinamento, redes sociais, compras, bancos e outros serviços on-line; • Teletrabalho; • Telemedicina e saúde eletrônica.
Aparelhos e serviços móveis	• <i>Smartphones</i> e <i>tablets</i>; • SMS; • Serviços de emergência em formato de voz; • Aplicativos diversos para utilização na vida cotidiana.
TV e serviços	• Serviços e aplicativos de multimídia; • Serviços de acesso: legenda de áudio, audiodescrição.
<i>Softwares</i> e aplicativos	• Leitores de tela; • Audio-books.
TIC emergentes	• Casas inteligentes; • Internet das Coisas; • Conversor de texto em voz.

Fonte: UIT, 2013 – adaptado pelo autor, 2020.

É fato que a internet tem um papel importantíssimo nesse cenário, possibilitando o empoderamento das pessoas com deficiência visual em diversos segmentos e proporcionando a construção de redes de compartilhamento de informações. Essas ações possibilitam, e muitas vezes ampliam, o acesso às informações de interesse e permitem o conhecimento sobre os direitos para esse segmento de público.

Dentre as tecnologias digitais citadas anteriormente, podemos frisar novamente os aparelhos celulares (*smartphones*) que, juntamente com aplicativos específicos, podem oferecer uma maior autonomia nas atividades cotidianas de um deficiente visual durante, por exemplo, a visita a um *shopping center*. Assim, um deficiente visual com auxílio da câmera de seu celular poderia escanear *QR codes* instalados no interior de um *shopping center* e receber, por intermédio de áudio em seu *smartphone*, informações diversas

como: a cor, o tamanho (peso), o preço, a validade de um determinado produto ou até mesmo informações de sua localização, entre outras possibilidades.

Objetivamos não somente reunir alguns dados sobre a exclusão do deficiente visual no cenário da sociedade, mas refletir sobre o tema, propondo maneiras de possibilitar, por meio do uso da tecnologia, que um número maior de deficientes visuais adquira autonomia em atividades do cotidiano, de forma simples e acessível.

Deste modo, o Capítulo 3 vai tratar sobre os recursos e serviços de tecnologia assistiva-digitais e sociais e suas possibilidades para esse público.

3 TECNOLOGIAS E TECNOLOGIA ASSISTIVA

3.1 Tecnologia assistiva digital e social

Ao analisar o quadro evolutivo das tecnologias, pode-se afirmar que é remota sua origem e há uma longa trajetória histórica, com descobertas das mais diversas. Desde as antigas civilizações, o fogo, os instrumentos de caça e pesca, a construção das cidades, as formas de comunicação são alguns exemplos importantes para traçar uma linha do tempo no que tange as descobertas, os avanços e as aplicações das tecnologias.

A era tecnológica “[...] refere-se a toda e qualquer época da história, desde que o homem se constituiu em ser capaz de elaborar projetos e de realizar os objetos ou as ações que os concretizam” (PINTO, 2005, p. 63). Essa busca por ações para tornar a vida mais segura e simples existe desde o momento que o ser humano sentiu a necessidade de criar algo para satisfazer suas necessidades básicas e para entender e lidar com as forças da natureza às quais estava sujeito, como por exemplo: os instrumentos de navegação, a máquina a vapor, a energia elétrica, o telescópio, a lâmpada, o telefone, o cinema, a televisão, entre tantas outras.

Na realidade, todas as “eras” são tecnológicas. Nesse sentido, por exemplo, a invenção do fogo, que foi considerada a maior conquista do ser humano na pré-história, sem dúvida precisa ser tratada como um avanço tecnológico tão importante como as descobertas mais contemporâneas, como o uso das tecnologias de comunicação.

Para Vieira Pinto (2005), todo recurso tecnológico surge da necessidade social de suprir uma determinada carência. Dessa forma, ele não antecede ou posterga, mas é criado no momento exato em que se faz necessário. Fica claro, então, que o autor alerta para a necessidade de se interpretar o termo de maneira correta para evitar confusões e também entender o contexto histórico em que ele está inserido, compreendendo a sua evolução ao longo da história.

Não há dúvidas de que o desenvolvimento e o avanço técnico trazem consigo um debate sobre os benefícios e malefícios da tecnologia para a sociedade. Silva (2013) cita tal situação:

É um debate que envolve, também, saber as vantagens e desvantagens do desenvolvimento tecnológico. Por um lado, percebe-se os enormes e fundamentais benefícios provocados por ele, o qual tem sido vertiginoso nos últimos anos; por outro, não se pode negar o surgimento de problemas relacionados a esse desenvolvimento. (SILVA, 2013, p. 841).

Complementando a afirmação de Silva (2013), dentre os benefícios que as tecnologias proporcionam para a sociedade é possível mencionar a otimização na gestão das empresas, com a redução de custos e aumento da produtividade; no âmbito educacional, é possível criar um ambiente de ensino-aprendizagem mais intuitivo e que incentive o aprendizado do aluno. As tecnologias possibilitam também a interação entre pessoas que estão a quilômetros de distância, permitem a realização de compras na internet, evitando assim o deslocamento principalmente nas grandes cidades onde o trânsito é caótico, e atualmente, em 2020 e 2021, tempos de pandemia de Covid-19, possibilita a realização do trabalho remoto (*home office*) etc.

Sá, Campos e Silva (2007) afirmam que os meios informáticos servem para ampliar as possibilidades de comunicação e de autonomia e minimizam ou compensam as restrições decorrentes da falta da visão.

Porém, há também malefícios causados pela expansão tecnológica, como a redução no número de empregos devido ao processo da automatização; o surgimento de indivíduos cada vez mais sedentários e com problemas de saúde físico-mental, pela pouca mobilidade e falta de atividades físicas, pois passam muito tempo utilizando dispositivos tecnológicos; entre outros.

Não cabe aqui iniciar uma comparação se, por exemplo, no século XXI as tecnologias estão trazendo mais benfeitorias para a humanidade em relação a épocas passadas, mas não há como negar que, no período atual, as tecnologias evoluem de maneira espantosa e rápida. Um bom exemplo desse avanço tecnológico foi o surgimento da Internet das Coisas (IoT), que será abordada na sequência.

Algumas tecnologias estão descritas a seguir e permitem afirmar que elas representam avanços significativos da e para a humanidade, tornando a vida em sociedade mais acessível e simplificada, possibilitando, também, certa autonomia, em especial para os deficientes visuais.

3.2 Tecnologia assistiva

A Tecnologia Assistiva se define como os recursos e serviços utilizados para auxiliar as pessoas com deficiência no processo de inclusão. Seu papel é fundamental para os deficientes visuais, permitindo-lhes desempenhar tarefas cotidianas que seriam praticamente impossíveis sem o uso dessas tecnologias.

O termo é considerado ainda novo. De acordo com Bersch (2017, p. 02), “[...] Tecnologia Assistiva - TA é utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão”.

Ainda de acordo com Bersch (2017, p. 02), “[...] o objetivo maior da TA é proporcionar à PcD maior independência, qualidade de vida e inclusão social, por intermédio da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho”.

Já o Comitê de Ajuda Técnica (CAT, 2007) define Tecnologia Assistiva como

[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (CAT, 2007, *web*).

Um detalhe importante é que o CAT propõe que as expressões “tecnologia assistiva” e “ajudas técnicas”, neste momento, continuem sendo entendidas como sinônimos, pois na legislação oficial do Brasil ainda consta o termo “ajudas técnicas”.

De acordo com Bersch (2017), outro ponto importante na definição terminológica é que na documentação produzida pelo CAT indica que a expressão “Tecnologia Assistiva” seja utilizada sempre no singular, por referir-se a uma área de conhecimento e não a uma coleção específicas de produtos. (BRASIL – SDHPR – Comitê de Ajudas Técnicas, 2009). Para se referir a um conjunto de equipamentos, deve-se dizer: Recursos de TA. Para especificar serviços e procedimentos, utiliza-se: os Serviços de TA e os Procedimentos em TA.

Na verdade, os recursos de tecnologia assistiva estão cada vez mais em evidência, devido à importância do uso de tais soluções, que têm como objetivo suprir as necessidades dos deficientes, bem como proporcionar melhorias na qualidade de vida e maior integração com a família e com a sociedade.

A LBI (2015), contempla em seu Capítulo III os recursos de tecnologia assistiva. Nesse capítulo são estabelecidas as garantias de acesso por meio do uso de produtos, recursos ou serviços para possibilitar autonomia, mobilidade pessoal e qualidade de vida à PcD.

Segundo Vergara Nunes *et al.* (2014), quando adotada pelo usuário cego, a tecnologia assistiva pode propiciar o acesso a bens culturais, de lazer, entretenimento, bem como ao conhecimento. A autonomia propiciada às pessoas cegas na realização de suas atividades possibilita aos deficientes trabalhar e estudar de forma autônoma, bem como usufruir de todos os demais direitos de cidadãos em condições de igualdade.

Na segunda década do século XXI, pessoas com deficiência visual utilizam computadores e dispositivos móveis, como celulares *smartphones* e/ou *tablets*, com aptidão e desenvoltura bastante similares às das pessoas que não possuem deficiência. Isto se deve ao uso de TA e seus recursos, disponibilizados em diversos aplicativos que permitem sanar eventuais dificuldades no uso desses dispositivos digitais e promover a inclusão destas pessoas na sociedade.

Dessa forma, a TA e seus benefícios assumem relevância na vida desse grupo, justificando um estudo que permita identificar quais são as mais utilizadas e qual a relação estabelecida entre o ser humano, a máquina e suas tecnologias para propiciar e ampliar a inclusão de pessoas com deficiência visual em atividades comuns do cotidiano.

A seguir, estão elencados alguns exemplos de TA que são utilizados pelas pessoas com deficiência visual e os benefícios a partir dessas descobertas e/ou desenvolvimentos.

3.2.1 Braille

De acordo com Lemos e Cerqueira (1996), o Sistema *Braille*, utilizado universalmente na leitura e na escrita por pessoas cegas, foi inventado na

França por Louis Braille, um jovem cego que perdeu totalmente a visão aos 3 anos de idade, após um acidente na oficina de seu pai.

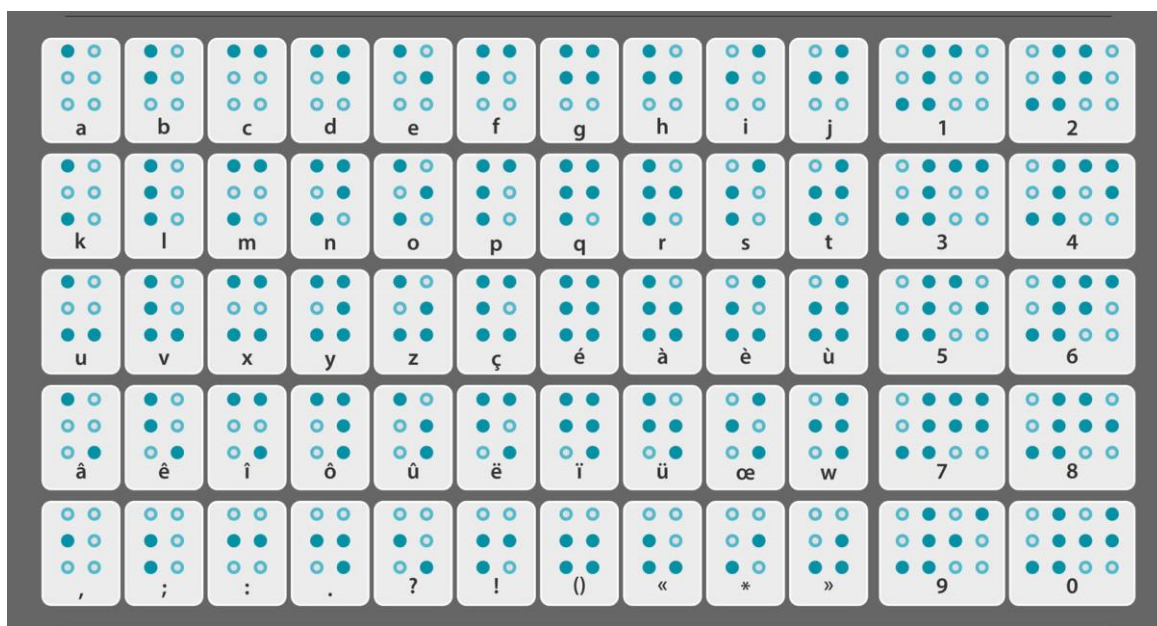
Em 1825, aos 16 anos de idade, Louis Braille criou o sistema que levou seu nome e ficou conhecido posteriormente como Código ou Sistema *Braille*.

Segundo Costa (2009):

O sistema *Braille* é um processo de escrita e leitura baseado em 63 símbolos em relevo, resultantes da combinação de até seis pontos dispostos em duas colunas de três pontos cada. Pode-se fazer a representação tanto de letras, como algarismos e sinais de pontuação. Ele é utilizado por pessoas cegas ou com baixa visão, e a leitura é feita da esquerda para a direita, ao toque de uma ou duas mãos ao mesmo tempo. (COSTA, 2009, *web*).

O *Braille* é um sistema utilizado por pessoas com deficiência visual para realizar a leitura utilizando o sistema de comunicação tátil, por meio de seis pontos em alto relevo, dispostos em duas filas verticais de três pontos. A Imagem 7 mostra a grafia em *Braille*.

Imagem 7 – Grafia em *Braille*



Fonte: *Braille - Conceito, o que é, Significado* (2020).

É por meio do tato que a pessoa com deficiência visual pode ler e interpretar os textos com letras em alto-relevo. No cenário da presente tese, que

será um *shopping center*, o *Braille* se constitui em uma tecnologia que pode possibilitar aos deficientes visuais identificar os produtos, prateleiras, corredores etc. Embora ainda haja necessidade de ampliar, para os deficientes, as formas de conhecimento sobre essa linguagem, o sistema se constitui em um elemento importante no processo de inclusão e de independência do deficiente.

Visando contribuir com a inclusão e autonomia de pessoas com deficiência visual, a Fundação Dorina Nowill disponibiliza a distribuição de livros em *Braille* e oferece cursos e palestras com o intuito de disseminar o conhecimento e aproximar o tema da deficiência dos mais diversos públicos e da comunidade. Já a Biblioteca Louis *Braille*, do Instituto Benjamin Constant, localizada na cidade do Rio de Janeiro, é considerada um centro de referência nacional devido ao seu grande acervo de livros em *Braille* e tinta, além de uma audioteca.

Quando se analisa o atual cenário de um *shopping center*, por exemplo, há um número muito baixo de produtos e de espaços de circulação com informações em *Braille* e a falta dessas informações acarreta em uma dependência para a pessoa com deficiência visual.

3.2.2 Teclado com caracteres ampliados

O teclado com caracteres ampliados (Imagem 8), também é uma tecnologia assistiva e tem o objetivo de proporcionar a comunicação para as pessoas com baixa visão ou com dificuldades para enxergar. Parecido com os teclados comuns, esse produto com caracteres e cores destacadas permite a elaboração de textos, por exemplo, em especial para aqueles que têm baixa visão.

Imagem 8 – Teclado de computador com caracteres ampliados



Fonte: Loja Civiam (2020).

3.2.3 Audiodescrição

A audiodescrição consiste na descrição clara e objetiva de todas as informações que se pode compreender visualmente e que não estão nos diálogos ou na escrita. O Blog Audiodescrição (2020) cita como exemplos: expressões faciais e corporais, descrições sobre o ambiente, figurinos, efeitos especiais, mudanças de tempo e espaço ou qualquer informação escrita na tela. É um recurso utilizado principalmente por pessoas deficientes visuais (Imagem 9), público-alvo desta pesquisa de doutorado.

Imagem 9 – Deficientes visuais utilizando a audiodescrição



Fonte: CBN Curitiba (2019).

A audiodescrição permite ao usuário receber a informação contida na imagem captada pelo olhar atento do descritor, possibilitando que o deficiente desfrute quase que integralmente da obra, da mesma forma que alguém que enxerga.

Para ter acesso a esse recurso no ambiente doméstico, basta os telespectadores utilizarem televisores que disponham da função SAP e acessem o recurso descritivo nos programas que já permitem essa acessibilidade.

A Portaria nº 188, de 24 de março de 2010, da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), tornou obrigatório que as emissoras ofereçam aos telespectadores pelo menos 20 horas semanais com audiodescrição na programação veiculada no horário compreendido entre 6h e 2h.

Ainda que o tempo de programação exibida seja muito maior, deve-se considerar que a legislação ampliou as possibilidades de acesso. Ainda há muito por avançar nessa perspectiva, pois toda a programação televisiva e cinematográfica deveria dispor do recurso. Aliado a isso existe a falta de profissionais para atender a essas demandas, até por ser recente a legislação que trata do tema.

Geralmente as programações televisivas acessíveis apresentam um sinal sonoro e um logo específico para avisar que o programa possui o recurso de audiodescrição. Atualmente (no ano de 2021), após realizar um levantamento sobre a programação no *site* das emissoras de TV na internet, foi possível observar que a TV Globo, a TV Band, a TV Cultura, a Rede TV e a Rede Vida não disponibilizam em sua grade de programação informações sobre quais programas utilizam a audiodescrição.

Já as emissoras citadas no Quadro 3, neste momento, informam, através do *site* oficial na internet, quais são os programas que possuem o recurso de audiodescrição.

Quadro 3 – Emissoras que disponibilizam programação com recurso de audiodescrição

Emissora	Programa	Horário
SBT	Novela Triunfo do Amor	17h30 às 18h30
	Novela Quando me Apaixono	18h30 às 19h45
Record	Hoje em Dia	10h00 às 11h45
TV Pai Eterno	Novena dos Filhos do Pai Eterno	05h00 às 05h30
	Novena dos Filhos do Pai Eterno	10h00 às 10h30
	Novena dos Filhos do Pai Eterno	12h00 às 12h30
	Programa Pai Eterno	14h00 às 14h30
	Programa Pai Eterno	15h00 às 17h00
	Programa Hora da Esperança com Padre Delair	17h30 às 17h45
	Novena dos Filhos do Pai Eterno	21h30 às 22h00
	Novena dos Filhos do Pai Eterno	23h30 às 00h00
TV Aparecida	Missa Aparecida - Santuário Nacional	06h45 às 07h45

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Apesar da maioria dos canais já apresentarem alguns programas de reportagens ou entretenimento, como filmes, com o recurso de audiodescrição, nota-se que as emissoras ainda não conseguiram atingir a meta de 20 horas semanais de programação, conforme prevê a LBI e que determinava isso como meta para o ano de 2020.

É possível afirmar que cabe não somente ao poder público ampliar as formas de acessibilidade, mas é igualmente importante a sensibilização de pesquisadores, instituições de ensino e de pesquisa, veículos de comunicação etc., no sentido de estimular e apoiar a produção audiovisual, o desenvolvimento de artigos científicos, livros, cursos, formação de mão de obra especializada, e demais produções em formato acessível. A própria Lei Brasileira de Inclusão estabelece, em seu artigo 67 (2015), a definição de formato acessível como sendo:

Os arquivos digitais que possam ser reconhecidos e acessados por softwares leitores de telasⁱ ou outras tecnologias assistivas que vierem a substituí-los, permitindo leitura com voz sintetizada, ampliação de caracteres, diferentes contrastes e impressão em *Braille*. (BRASIL, 2015).

É importante mencionar que apesar de ser dever do Estado prover o acesso da PcD aos meios de comunicação, por meio de regulamentações que assegurem a igualdade de oportunidades com as demais, e garantindo, sempre que requeridos, adaptações e recursos de tecnologia assistiva, deve ser também um compromisso da sociedade, em especial dos meios de comunicação. Somente dessa forma será possível pensar em um Brasil mais inclusivo e para todos e como está fixado na Agenda 2030 da ONU, “não deixando ninguém para trás”.

3.2.4 Softwares leitores de tela para computadores e *notebooks*

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (2015) oferece parâmetros para a utilização dos *softwares* leitores de tela, que são recursos tecnológicos que identificam os textos na tela do computador, *notebook*, *tablet* ou *smartphone* e apresentam os conteúdos aos usuários, utilizando comando de voz.

A utilização dos *softwares* leitores de tela tem como principal objetivo facilitar o acesso de pessoas com deficiência visual aos recursos computacionais, seja para usuários com baixa visão, seja para cegos.

Existem muitos leitores de tela disponíveis no mercado, sendo alguns gratuitos e outros adquiridos comercialmente e de custo bastante elevado – nesses casos, a questão financeira é um verdadeiro obstáculo para a aquisição dessas tecnologias.

Com base na pesquisa realizada durante o mestrado por Campana e Gobbi (2017), intitulada *Análise da Qualidade e Usabilidade dos Softwares Leitores de Tela Visando a Acessibilidade para as Pessoas com Deficiência Visual*, e trazendo algumas atualizações, foi possível analisar a usabilidade dos *softwares* leitores de tela. Dessa forma, disponibilizou-se uma composição dos principais sintetizadores de voz utilizados por deficientes visuais para computadores e *notebooks*.

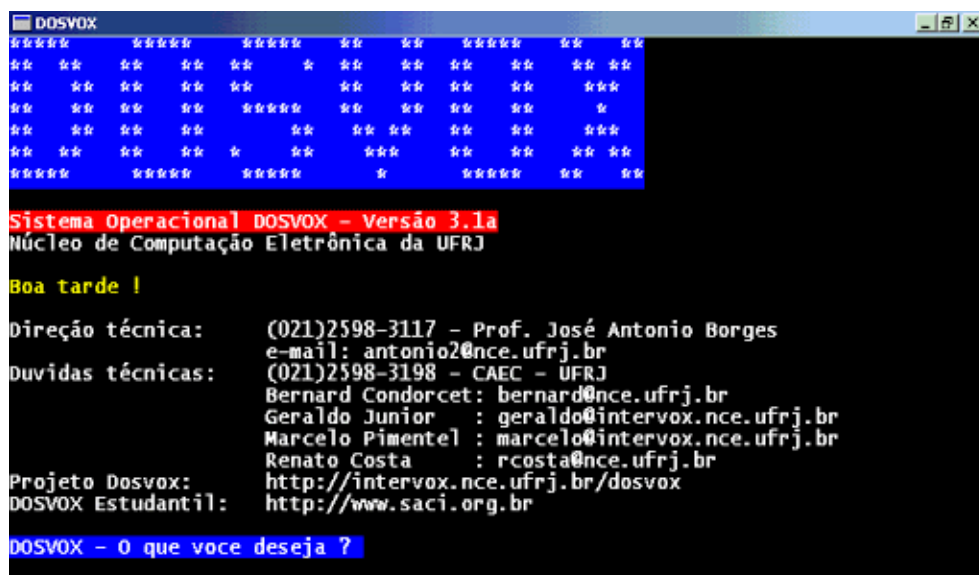
- **DOSVOX**

O Dosvox foi o primeiro *software* sintetizador de voz brasileiro que possibilitou o acesso de pessoas com deficiência ao meio digital e permitiu que o sistema operacional DOS (*Disk Operating System* ou Sistema Operacional em Disco) fosse operado por deficientes visuais.

O produto foi desenvolvido no Núcleo de Computação Eletrônica – NCE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, em 1993, sob a supervisão do analista José Antônio dos Santos Borges.

O Dosvox (Imagem 10) é um *software* gratuito, muito utilizado no Brasil, e por ser uma solução de código aberto permite que a comunidade realize aprimoramentos e melhorias, com seu *download* disponibilizado no *site* do projeto (Intervox).

Imagem 10 – Tela inicial do DOSVOX



Fonte: DOSVOX (2000).

- **Virtual Vision**

Desenvolvido pela empresa brasileira MicroPower, este *software* leitor de tela teve sua primeira versão lançada em 1998, e encontra-se atualmente na versão 10. Virtual Vision (Imagem 11) não é um produto gratuito e sua licença é comercializada. Talvez essa seja uma das grandes dificuldades de acesso, embora seja considerado um *software* bastante utilizado por esse segmento de público.

Imagem 11 – Tela inicial do Virtual Vision



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

- **JAWS**

O JAWS (*Job Access With Speech*) foi desenvolvido pelo grupo norte-americano Freedom Scientific. Criado em 1989 para o sistema operacional MS-DOS por Ted Henter, ex-piloto de motocicletas que perdeu a visão em um acidente em 1978.

Em janeiro de 1995, foi lançada a primeira versão do JAWS para o sistema operacional Windows.

O JAWS (Imagem 12) é considerado por muitos pesquisadores e usuários, de acordo com a revisão teórica realizada, como o melhor leitor de tela já construído, porém é necessário salientar que este *software* também é proprietário, sendo assim comercializado pelos seus desenvolvedores.

Imagem 12 – Tela inicial do JAWS



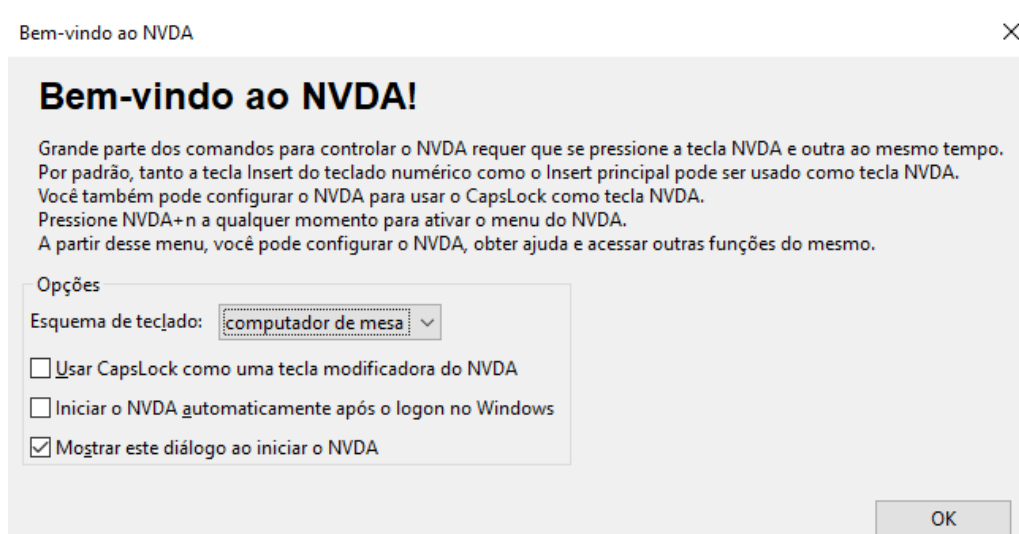
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

- **NVDA**

O NVDA (*NonVisual Desktop Access*) é um *software* leitor de telas gratuito (Imagem 13), desenvolvido para computadores que executam o sistema operacional Windows.

É um *software* livre e, por isso, possui código-fonte aberto, o que permite alterações e melhorias no código-fonte como o usuário desejar.

Imagem 13 – Tela inicial do NVDA



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Há outros *softwares* e/ou dispositivos igualmente importantes, que às vezes trabalham de forma acoplada ou compartilhada. Nessa categoria estão os leitores de tela para dispositivos móveis.

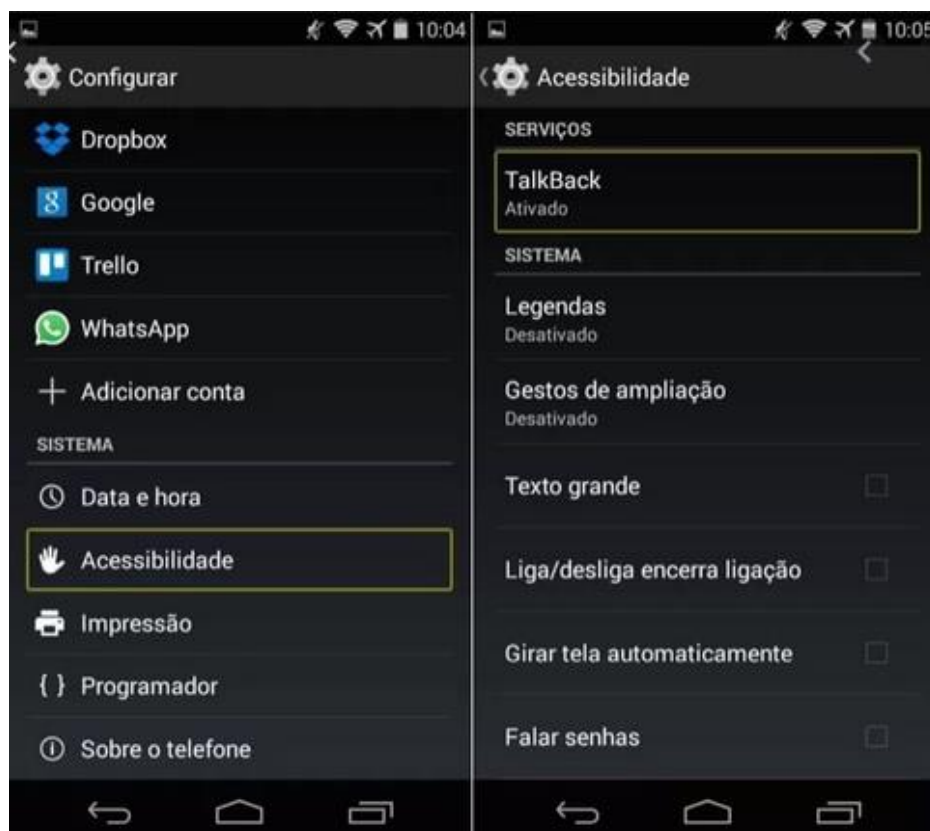
3.2.5 *Softwares* leitores de tela para dispositivos móveis

Os dispositivos móveis também dispõem de *softwares* leitores de tela, entre os quais os mais conhecidos são o TalkBack e o VoiceOver.

- **TalkBack**

O Talkback (Imagem 14) é o leitor de tela que vem instalado na maioria dos celulares com sistema Android. É capaz de permitir que as pessoas com deficiência visual utilizem esses dispositivos em condições similares a uma pessoa que não possui problemas visuais.

Imagem 14 – Tela de ativação da função Talkback no Android

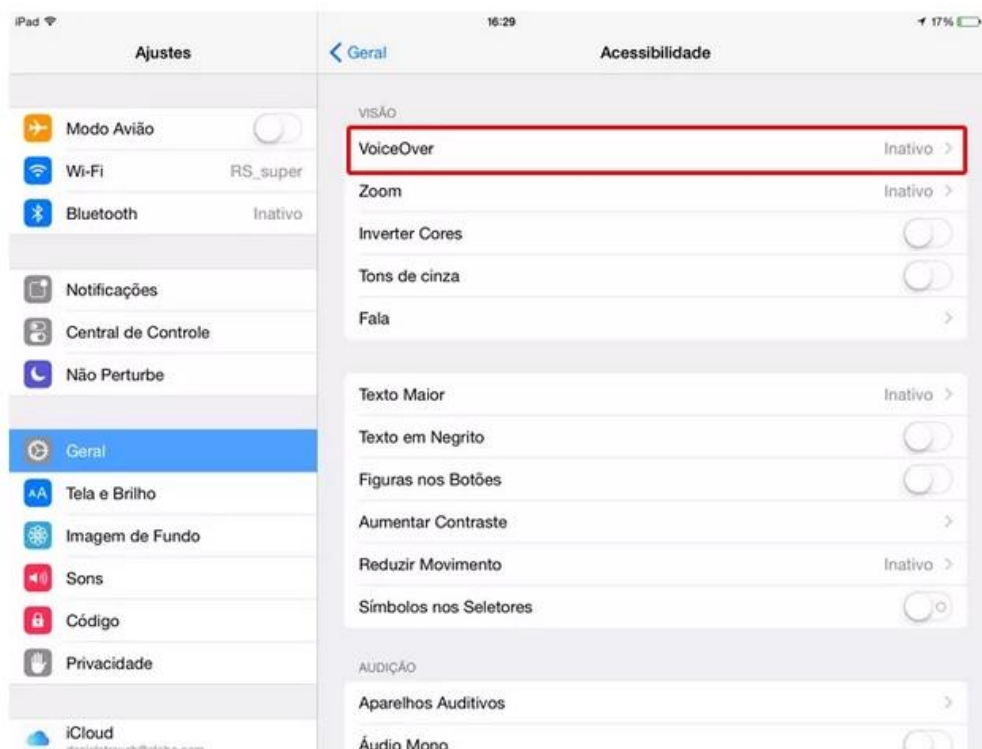


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

- **VoiceOver**

O VoiceOver é o leitor de tela oficial dos dispositivos Apple. Desenvolvido primeiramente para o iMac, é utilizado também nos iPhones e iPads. Para ativar a função de leitura de telas é necessário acessar as configurações do dispositivo e ativar a opção *VoiceOver* (Imagem 15) que se encontra dentro do menu *Acessibilidade*.

Imagem 15 – Tela de ativação da função VoiceOver no iOS



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A escolha do melhor *software* leitor de tela é uma tarefa complicada, pois diversos fatores estão envolvidos nesse processo como, por exemplo, em qual sistema operacional esse *software* será utilizado, se é gratuito ou não, se permite alterações no código fonte, ou ainda, a quantidade e qualidade dos recursos disponibilizados.

A pergunta mais assertiva, talvez, seria: qual é a melhor opção de *software* leitor de telas para o deficiente visual? Para contestar essa questão, muitos fatores devem ser analisados. Entre eles, a questão econômica, tendo em vista que há no mercado *softwares* gratuitos e pagos, o que inviabiliza ou não o acesso de muitos deficientes à tecnologia. Assim, não há uma única pergunta ou mesmo apenas uma resposta com relação a essa escolha. É preciso conhecer o que há disponível, mas também quais são as necessidades, as demandas e as possibilidades em todos os níveis do usuário. Saber o grau da deficiência, o conhecimento sobre tecnologia, a questão financeira, a acessibilidade e as formas de acesso e, igualmente, aquilo que o usuário deseja ou gostaria de ter.

É admirável o que os *softwares* leitores de tela podem representar no que se refere a alternativas e possibilidades. Permanece o desafio para que, cada vez mais, os recursos de tecnologia assistiva ampliem o acesso para um número ainda maior de usuários.

3.3 Aplicativos de geolocalização para dispositivos móveis

Em termos de aplicativos para dispositivos móveis, a pesquisa exploratória ocorreu utilizando um levantamento exploratório e bibliográfico, e também a partir das principais lojas de aplicativos, como: Google Play Store (para plataforma Android) e Apple Store (plataforma iOS), nas quais foi possível elencar os principais aplicativos utilizados pelos deficientes visuais.

3.3.1 Google Maps

O Google Maps (Mapas) é um dos mais conhecidos aplicativos de geolocalização existentes no mercado atual. Utiliza o GPS (*Global Positioning System*, ou Sistema de Posicionamento Global) para localizar lugares de interesse mais próximo do cliente e ilustrar as rotas mais diretas e outros dados de navegação.

O aplicativo (Imagem 16) disponibilizou, em outubro de 2019, em comemoração ao Dia Mundial da Visão, o recurso “Guia de voz”, através do qual os deficientes visuais podem receber informações sobre o trajeto por meio de informações sonoras, como, por exemplo, se a pessoa está no caminho certo, se está se aproximando de cruzamentos ou se afastando da rota pré-estipulada no aplicativo. Porém, tal recurso ainda está disponível apenas nos idiomas inglês e japonês.

A ideia de incorporar esse recurso surgiu através da japonesa Wakana Sugiyama, analista de negócio do Google e parcialmente cega.

Imagem 16 – Aplicativo Google Maps



Fonte: Google Play (2021).

3.3.2 Waze

Criado pelo israelense Uri Levine em 2007, o Waze (Imagem 17) é um aplicativo de navegação, disponível para Android e iOS, no qual é possível compartilhar informações de trânsito e das vias em tempo real, ajudando a economizar tempo em deslocamentos diários. Por intermédio do aplicativo, é possível alertar sobre acidentes de trânsito e outros aspectos no decorrer do percurso, como, por exemplo, estacionamentos, postos de combustível, rotas alternativas para desviar de congestionamentos, entre outros.

Imagem 17 – Aplicativo Waze



Fonte: Google Play (2021).

3.3.3 Lazarillo GPS

É um aplicativo GPS (Imagem 18) desenvolvido especialmente para pessoas com deficiência visual, incluindo ferramentas de mobilidade, tais como recursos de voz, que informam a localização e os lugares ao redor do deficiente visual. O aplicativo foi desenvolvido pela empresa Lazarillo, é gratuito e está disponível para Android e iOS.

Imagem 18 – Aplicativo Lazarillo GPS



Fonte: Google Play (2021).

3.3.4 Guia de Rodas Acessibilidade

O aplicativo, criado pelo brasileiro Bruno Mahluz, que é cadeirante desde que sofreu um acidente de carro aos 17 anos, avalia a acessibilidade de locais.

O Guia de Rodas Acessibilidade (Imagem 19) é gratuito e funciona como um guia de locais com acessibilidade. O usuário do aplicativo pode consultar e avaliar um determinado lugar, em qualquer localização do mundo. Ao ingressar no aplicativo, este detecta a localização do usuário e sugere espaços próximos, como: restaurantes e lanchonetes, lojas, locais para lazer, hotéis e similares, hospitais e outros espaços relacionados à área da saúde etc. Ao selecionar uma determinada localidade, o usuário pode avaliar a acessibilidade relacionada a

questões de entrada do local, circulação interna, banheiros e estacionamento, entre outros.

Imagem 19 – Aplicativo Guia de Rodas Acessibilidade



Fonte: Google Play (2021).

3.3.5 CittaMobi Acessibilidade

Segundo o *site* do aplicativo, o CittaMobi foi criado por Luiz Eduardo Porto, em parceria com a equipe CittaMobi. O aplicativo foi desenvolvido a partir da necessidade que seu desenvolvedor tinha de utilizar o transporte público de maneira mais eficiente.

O CittaMobi Acessibilidade (Imagem 20) é gratuito e está disponível para dispositivos que utilizam Android ou iOS. Foi desenvolvido principalmente para atender às demandas dos deficientes visuais.

O aplicativo indica por sistema de voz e vibração o tempo previsto para a chegada do ônibus na parada, além de todas as informações necessárias para embarque e desembarque.

Imagem 20 – Aplicativo CittaMobi Acessibilidade



Fonte: Google Play (2021).

3.3.6 Moovit Transporte

O Moovit Transporte (Imagem 21) é um aplicativo gratuito e líder em transporte público no mundo. Segundo o *site* da fabricante, o aplicativo é traduzido para 45 idiomas e está presente em 3400 cidades em 112 países.

A empresa Moovit foi fundada em 2011 em Israel por Nir Erez, Roy Bick, e Yaron Evron. O aplicativo está disponível para Android, iOS e Web, permitindo ao usuário ter informações sobre suas viagens ao utilizar o transporte público, informando se o meio escolhido para uso está lotado ou não, se está atrasado, bem como a lista de opções de linhas de transporte à disposição, entre outras informações.

Imagem 21 – Aplicativo Moovit Transporte



Fonte: Google Play (2021).

3.3.7 Wheelmap

O alemão Paul Krauthausen criou essa aplicação baseada nos sistemas operacionais iOS e Android. O Wheelmap (Imagem 22) é um mapa de acessibilidade para quem se desloca em cadeira de rodas, disponível em 22 idiomas e gratuito. O mapa indica o estado de acessibilidade dos locais públicos. Como é um projeto de desenvolvimento colaborativo, qualquer pessoa pode adicionar informações sobre a acessibilidade dos locais.

Imagem 22 – Aplicativo Wheelmap



Fonte: Google Play (2021).

3.3.8 Bus Alert

Bus Alert (Imagem 23) é um aplicativo que utiliza o GPS e fornece dados sobre transporte público. Desenvolvido em 2012 pelo grupo Criar, a pedido da prefeitura de São Carlos, o aplicativo é gratuito e foi disponibilizado para sistema operacional Android com o intuito de ajudar idosos e deficientes visuais a usarem o transporte público da cidade.

Utilizando o comando de voz, o usuário pode receber informações sobre a linha de ônibus. Além disso, o aplicativo calcula as distâncias e informa, por som, o tempo que levará para chegar ao destino.

Imagem 23 – Aplicativo Bus Alert



Fonte: Google Play (2021).

Além dos aplicativos citados anteriormente que auxiliam os deficientes visuais na questão de geolocalização, no Quadro 4 são apresentados outros aplicativos utilizados pelos deficientes visuais no cotidiano.

Quadro 4 – Outros aplicativos que auxiliam os deficientes visuais em atividades cotidianas

Aplicativo	Funcionalidades
TapTapSee	O TapTapSee é um aplicativo gratuito disponível para Android e iOS, desenvolvido pela CloudSight, Inc., uma empresa de tecnologia com sede em Los Angeles, Califórnia. Foi projetado em 2012 para ajudar cegos e pessoas com baixa visão na identificação de objetos. O aplicativo funciona com o usuário fazendo uma foto e após realizar o processamento da imagem, o TapTapSee fornece uma descrição da imagem em áudio. Além das fotos, vídeos de 10 segundos feitos com dois toques no lado esquerdo da tela também são aceitos pelo aplicativo.
Blind Tool	É um aplicativo gratuito com o objetivo de auxiliar o deficiente visual a identificar objetos. Criado por Joseph Paul Cohen, na Universidade de Massachusetts, o Blind Tool está disponível para dispositivos que utilizam o sistema operacional Android. Funciona de maneira similar ao TapTapSee, ou seja, ao apontar seu dispositivo móvel para algum objeto ele faz a leitura. A diferença é que o Blind Tool não necessita que a imagem seja capturada através de fotos para realizar a identificação, pois o <i>app</i> utiliza a tecnologia de reconhecimento de imagem para identificar objetos em 3D. O aplicativo não está disponível em português, dessa forma todos os objetos identificados são apresentados utilizando áudio em inglês.
Seeing AI	O Seeing AI é um aplicativo gratuito desenvolvido pela Microsoft que narra o mundo ao seu redor. Projetado para pessoas cegas ou com baixa visão, foi lançado em 2017 para iOS. O aplicativo utiliza Inteligência Artificial para descrever pessoas, textos e objetos próximos.
Eye-D. Pro	Desenvolvido pela empresa indiana GingerMind Technologies, o Eye-D Pro é um aplicativo que auxilia o deficiente visual a identificar objetos ao seu redor. O aplicativo está disponível para Android e iOS, mas não é gratuito, sendo necessária a aquisição da licença para sua utilização.
Sullivan +	O aplicativo Sullivan+ é fornecido pela empresa coreana TUAT Inc. e tem como objetivo melhorar a acessibilidade dos usuários com deficiência visual e com baixa visão. Por meio da câmera do <i>smartphone</i> e com auxílio da inteligência artificial é possível reconhecer imagens, textos e até mesmo rostos humanos e

	informar aos usuários que precisam de auxílio visual. O aplicativo Sullivan + é gratuito e disponível para as plataformas Android e iOS.
Google Lookout	Lançado em 2019 pela Google, o Lookout também utiliza a inteligência artificial para identificar objetos e descrevê-los para deficientes visuais. Para isso, basta posicionar a câmera do <i>smartphone</i> e aguardar alguns instantes até que o aplicativo identifique os objetos. A princípio, o Google Lookout está disponível na Google Play Store para dispositivos Android de forma gratuita.
Cadê Acessibilidade	Este aplicativo foi desenvolvido para o sistema operacional Android por Pedro Angelo Catalini, como parte integrante de seu Projeto de Término de Curso. O Cadê Acessibilidade é gratuito e permite que usuários com deficiência visual encontrem objetos. O aplicativo utiliza a câmera do <i>smartphone</i> para capturar imagens e processá-las em tempo real – sempre que o objeto solicitado for encontrado, o <i>smartphone</i> vibra dando noção de sua localização.
Envision AI	Criado pela empresa holandesa Envision Technologies B.V., o aplicativo utiliza a tecnologia OCR para leitura de textos e reconhecimento de objetos. O Envision AI está disponível para Android e iOS e possui uma versão gratuita para testes com validade de 14 dias, permitindo ao deficiente visual experimentar todos os recursos disponíveis. O aplicativo foi o vencedor do Google Play Awards de 2019 como melhor experiência de acessibilidade.
Be My Eyes	Desenvolvido em 2017 pelo dinamarquês Hans Jorgen Wiberg, tem como objetivo auxiliar as pessoas com baixa visão ou cegas. É um aplicativo que conecta deficientes visuais com voluntários. Os voluntários interagem por áudio e vídeo e auxiliam os deficientes visuais a resolverem problemas simples do cotidiano, como verificar, por exemplo, a data de validade de um produto. O aplicativo Be My Eyes é gratuito e está disponível para Android e iOS.
Digit-Eyes	Desenvolvido pela DigitalMiracles, L.L.C., empresa localizada no Texas, EUA, o aplicativo funciona por meio da câmera do aparelho, e realiza a leitura de códigos de barras. Isso possibilita que o usuário tenha acesso a informações de produtos. Além disso, o <i>site</i> do aplicativo dispõe de um gerador de códigos autoadesivos, que podem ser personalizados com informações sonoras e em texto. Em língua portuguesa, o aplicativo Digit-Eyes não é gratuito e está disponível para venda no iTunes, sendo compatível com alguns modelos de iPhone, iPod Touch e iPad.
eSpeak NG	O eSpeak NG é um sintetizador de texto para áudio de código aberto e gratuito para Linux, Windows e Android. O aplicativo oferece suporte a mais de cem idiomas e sotaques. O código-fonte do eSpeak é licenciado para Jonathan Duddington, idealizador do programa em 2006 para a plataforma Linux.

VIP Code Reader	É um aplicativo leitor de códigos QR e de barras e foi projetado tendo como perspectiva as necessidades de pessoas com deficiência visual (VIP - <i>Visually Impaired People</i>). Desenvolvido pela empresa japonesa Export Japan Inc., o aplicativo tem como objetivo ser capaz de detectar qualquer código QR ou código de barras que esteja presente no campo de visão da câmera. Assim que um código é detectado, o aplicativo redireciona o usuário para a página da <i>web</i> correspondente. O aplicativo VIP Code Reader está disponível para Android e iOS e é gratuito.
Pay Voice	Desenvolvido pelo CPQD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações), em parceria com a ABECS (Associação Brasileira das Empresas de Cartões de Crédito e Serviço), o aplicativo foi lançado no ano de 2018 e é compatível com os sistemas operacionais Android e iOS. Disponibilizado de forma gratuita, foi criado para auxiliar o deficiente visual nas compras com cartão de crédito ou débito. O Pay Voice faz a identificação utilizando a câmera do dispositivo móvel, fazendo a leitura do valor digitado na “maquininha de cartão” e informando ao deficiente visual através de áudio para que a pessoa possa efetivar a transação com segurança.
Cash Reader: Leitor Monetário	O Cash Reader foi desenvolvido pela empresa Hayaku s.r.o., com sede na República Tcheca, e tem como objetivo identificar a denominação de notas de dinheiro. Para isso, é necessário simplesmente apontar a câmera do dispositivo móvel para a cédula de dinheiro e o aplicativo irá informar por áudio o valor da cédula. Porém, a versão gratuita do aplicativo Cash Reader identifica apenas as duas notas de menor valor de cada moeda, e somente obtendo a versão completa do aplicativo é possível identificar todas as cédulas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os aplicativos citados no Quadro 4 são apenas alguns exemplos de *softwares* destinados ao uso por pessoas com deficiência visual.

Embora tenham sido descritos de maneira sintética, é possível perceber que há uma quantidade significativa de aplicativos para esse segmento de público, mas grande parte deles ainda apresenta problemas na programação dos comandos de voz, muitos têm custo não acessível para a maioria dos deficientes e em suas versões gratuitas ou “mais simples”, ajudam aos seus usuários de forma muito restrita. Portanto, se faz necessário investir no desenvolvimento de aplicativos mais populares, de simples manuseio e acesso, que sejam capazes

de oferecer aos deficientes visuais, em qualquer grau da deficiência, mais autonomia para a realização das atividades do cotidiano.

Assim, no cenário de desenvolvimento das tecnologias digitais, a Internet das Coisas, ou IoT, como é mais conhecida, é uma evolução tecnológica que pode colaborar ativamente para o processo de inclusão de pessoas com deficiência visual, como se verá a seguir.

3.4 IoT – *Internet of Things* (Internet das Coisas)

Com a constante evolução da internet, busca-se não apenas conectar humanos com outros humanos, mas conectar objetos aos humanos e também objetos com outros objetos e, com isso, proporcionar uma verdadeira revolução nos modelos de negócios e na forma de interação entre pessoas e objetos na sociedade.

O Quadro 5, extraído de Mancini (2018) e adaptado para esta pesquisa, mostra alguns conceitos de Internet das Coisas encontrados na literatura. É importante observar a variedade de autores e a forma como o conceito está sendo tratado.

Quadro 5 – Definições de Internet das Coisas

Autor	Definição
ASHTON (2009)	Designar processos que envolvam objetos conectados em rede e que produzam e/ou processem informação em tempo real e de forma autônoma.
CERP (2009, p. 06)	Uma infraestrutura de rede dinâmica e global com capacidades de autoconfiguração baseadas em protocolos de comunicação padronizados e interoperáveis nos quais as 'coisas' físicas e virtuais têm identidades, atributos físicos, personalidades virtuais, usam interfaces inteligentes e são completamente integradas na rede de informação. Na IoT é esperado que as 'coisas' se tornem participantes ativas dos negócios e dos processos informacionais e sociais nos quais eles são capazes de interagir e comunicar-se entre eles e com o ambiente através da troca de dados e informação percebida sobre o ambiente, enquanto reagem de forma autônoma aos eventos do 'mundo físico/real' e o influenciam ao iniciar processos que engatilham ações e criam serviços com ou sem intervenção humana direta. (CERP IoT, 2009, p. 6).

CASAGRAS (AMAZONAS, 2010, tradução)	Uma infraestrutura de rede global, interligando objetos físicos e virtuais por meio da exploração de captura e comunicação de dados e capacidades de comunicação. Essa infraestrutura inclui a internet existente e em evolução, bem como os desenvolvimentos de rede. Ela oferecerá identificação de objetos específica e capacidade de sensoramento e de conexão como base para o desenvolvimento de aplicações e serviços independentes cooperativos. Estes serão caracterizados por elevado grau de captura autônoma de dados, transferência de eventos, conectividade e interoperabilidade de rede.
ATZORI <i>et al.</i> (2011, p. 2787)	A ideia básica desse conceito é a presença generalizada à nossa volta de uma variedade de coisas ou objetos – como <i>tags</i> de identificação por radiofrequência (RFID), sensores, atuadores, telefones celulares, etc. – que, por meio de esquemas de endereçamento exclusivos, são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com outros objetos para alcançar objetivos comuns.
FRIEDWALD; RAABE (2011)	Ubiquidade, computação pervasiva, ambiente inteligente e internet das coisas são conceitos praticamente idênticos. Ubiquidade é a contínua otimização e a promoção de processos sociais e econômicos por inúmeros microprocessadores e sensores integrados ao ambiente.
EVANS (2011)	A IoT é o momento exato em que foram conectados à Internet mais "coisas ou objetos" do que pessoas.
KORESHOFF <i>et al.</i> (2013)	Internet das Coisas é um novo paradigma computacional que tem crescido substancialmente e que pode modificar a forma com que os seres humanos interagem com computadores
SANTAELLA (2013, p. 28)	A Internet das Coisas corresponde à fase atual da internet em que os objetos se relacionam com objetos humanos e animais os quais passam a ser objetos portadores de dispositivos computacionais capazes de conexão e comunicação. Nesse sentido, os objetos tendem a assumir o controle de uma série de ações do dia a dia, sem necessidade de que as pessoas estejam atentas e no comando.
CAVALCANTE <i>et al.</i> (2015, tradução)	A disseminação da IoT tem um amplo potencial para causar grande impacto na vida humana, com a geração de novas soluções em diversos domínios, tais como monitoramento urbano e ambiental, sistemas de energia e de saúde.
LACERDA; LIMA- MARQUES, (2015)	A Internet das Coisas ou <i>Internet of Things</i> (IoT) desponta como uma evolução da internet e um novo paradigma tecnológico, social, cultural e digital. A Internet das Coisas

	revolucionará os modelos de negócios e a interação da sociedade com o meio ambiente, por meio de objetos físicos e virtuais, em que esses limites se tornam cada vez mais tênues.
ORACLE (2015)	IoT é o termo utilizado para definir um sistema em que a internet é conectada ao mundo real através de sensores onipresentes. IoT visa criar um sistema automatizado de computadores, dispositivos e sensores que podem processar seus próprios dados, em vez de depender exclusivamente de pessoas para dar entrada de dados. Como resultado, o sistema pode ter uma visão do que está acontecendo em qualquer local e momento, o que levaria a um mundo de sistemas conectados que poderia evitar muito desperdício, reduzir os custos e eliminar a perda para praticamente qualquer atividade entre humano e máquina.
SANTOS <i>et al.</i> (2016, p. 02)	A Internet das Coisas, em poucas palavras, nada mais é que uma extensão da Internet atual, que proporciona aos objetos do dia a dia (quaisquer que sejam), mas com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à Internet. A conexão com a rede mundial de computadores viabilizará, primeiro, controlar remotamente os objetos e segundo, permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. Estas novas habilidades, dos objetos comuns, geram um grande número de oportunidades tanto no âmbito acadêmico quanto no industrial.
FREITAS DIAS (2016)	Uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo serviços avançados por meio da interligação das coisas (físicas e virtuais) baseada na interoperabilidade das tecnologias de informação e comunicação existentes e em evolução. NOTA 1 – Por meio da exploração das capacidades de identificação, captura de dados, processamento e comunicação, a IoT faz pleno uso das coisas para oferecer serviços a todos os tipos de aplicações, garantindo o cumprimento dos requisitos de segurança e privacidade. NOTA 2 – A partir de uma perspectiva mais ampla, a IoT pode ser compreendida como uma visão com implicações tecnológicas e sociais.
GARTNER (2017)	A “Internet das coisas” (IoT) é definida como a rede de objetos físicos que contém tecnologia embutida para se comunicar e sentir ou interagir com o ambiente externo ou com estados internos.
SETHI; SARANGI, (2017)	Internet das Coisas são os serviços e aplicações interconectados por meio da Internet.
MANCINI (2018)	A Internet das Coisas proporciona aos objetos do dia a dia, com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à internet. Essa conexão viabilizará controlar

	remotamente os objetos, e acessá-los como provedores de serviços, e se tornarão objetos inteligentes ou <i>smart objects</i> . Os objetos inteligentes possuem capacidade de comunicação e processamento aliados a sensores.
RIBEIRO (2018, p. 03)	Atualmente não só computadores convencionais estão conectados à internet, como também uma grande heterogeneidade de equipamentos, tais como TVs, <i>laptops</i> , geladeira, fogão, eletrodomésticos, automóveis, <i>smartphones</i> , entre outros.

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Mancini (2018, p. 05).

Como mostra o Quadro 4, a IoT é uma nova fase da internet que permite a comunicação entre objetos e pessoas, proporcionando uma conexão remota via internet, em que é possível acessar dispositivos e automatizar processos do cotidiano. Dessa forma, as pessoas podem ter informações precisas em qualquer hora e qualquer lugar, além de resolver eventuais problemas do dia a dia.

Com intuito de desenvolver a Internet das Coisas (IoT) no Brasil foi criado o Plano Nacional de Internet das Coisas, por meio do Decreto nº 9.854 (2019). Este decreto estabelece, em seu artigo 2º, algumas definições importantes para o andamento da presente pesquisa, conforme se vê a seguir.

I - **Internet das Coisas** - IoT - a infraestrutura que integra a prestação de serviços de valor adicionado com capacidades de conexão física ou virtual de coisas com dispositivos baseados em tecnologias da informação e comunicação existentes e nas suas evoluções, com interoperabilidade;

II - **Coisas** - objetos no mundo físico ou no mundo digital, capazes de serem identificados e integrados pelas redes de comunicação;

III - **Dispositivos** - equipamentos ou subconjuntos de equipamentos com capacidade mandatória de comunicação e capacidade opcional de sensoriamento, de atuação, de coleta, de armazenamento e de processamento de dados; (BRASIL, 2019, *web*, grifo nosso).

Tendo em vista que o presente estudo avalia as tecnologias que podem auxiliar as pessoas com deficiência visual em suas atividades cotidianas, o Plano Nacional de Internet das Coisas estabelece objetivos importantes para que esse propósito seja alcançado. Dentre esses, o artigo 3º menciona a implantação de

soluções de IoT para melhorar a qualidade da vida das pessoas e a busca de parcerias com setor público e privado para implementar esses recursos.

As possibilidades de uso da IoT são amplas, incluindo os exemplos nas seguintes áreas:

- **Saúde:** médicos podem monitorar, à distância, a saúde de seus pacientes, unidades de emergência podem ser acionadas remotamente, entre outras aplicações;
- **Logística e Transporte:** empresas podem acompanhar o nível de estoque analisando o fluxo de entrada e saída de produtos, bem como fazer o rastreamento da entrega dos produtos etc.;
- **Agrícola:** sensores podem ser instalados para enviar informações sobre a necessidade de intensificar a irrigação, ou, ainda, sistemas de controle de temperatura e umidade de ambientes etc.;
- **Meio Ambiente:** sensores podem ser instalados para monitorar a eficiência energética, visando gerir melhor os recursos e preservar o meio ambiente.

Há também inúmeros cases de uso da IoT para a implantação nas chamadas Cidades Inteligentes, onde diversos pontos de infraestrutura urbana podem ser automatizados, objetivando otimizar a gestão das informações em tempo real. Com o uso da IoT é possível, por exemplo, monitorar o sistema de iluminação pública e o sistema de distribuição de água, verificar os veículos que necessitam de manutenção, entre outros. Esses são apenas alguns exemplos de uma imensa gama de serviços públicos que podem se tornar gerenciáveis para o administrador público, a partir da utilização de sensores e da IoT.

É possível incluir nessa gama de possibilidades o desenvolvimento de sistemas inteligentes nos domicílios, a chamada Domótica, tecnologia responsável pela gestão automatizada dos equipamentos eletrônicos domésticos. Utilizando essa tecnologia, é possível realizar diversas ações de

forma automática, por exemplo, gerenciar os sistemas de segurança e controlar o funcionamento de aparelhos eletrônicos (geladeiras que controlam o nível de estoque dos alimentos, aparelhos de climatização que permitem ao usuário acionar seu funcionamento minutos antes de chegar à sua casa, para que o ambiente fique na temperatura adequada etc.).

Tais avanços tecnológicos no ambiente doméstico proporcionados pela IoT permitem uma grande revolução na acessibilidade para pessoas com deficiência, especialmente aos deficientes visuais, público alvo desta pesquisa.

3.5 Elementos que constituem a arquitetura básica da IoT

A IoT é composta por diversas tecnologias para alcançar o objetivo proposto de integrar os objetos físicos à internet.

Por exemplo, para identificar os objetos, é utilizado o protocolo de endereçamento IP⁸, o mesmo utilizado na internet tradicional.

De acordo com Santos *et al.* (2016), dentre os elementos que constituem a arquitetura básica do IoT, podem ser elencados: processamento/memória, comunicação, energia e sensores/atuadores.

3.5.1 Processamento e memória para IoT

É um conjunto formado pela memória interna, onde são armazenados os dados e programas, um microcontrolador e um conversor analógico-digital, ambos responsáveis por receber os sinais dos sensores. Geralmente, as CPUs encontradas nesses dispositivos não possuem grande volume de processamento. Para o armazenamento das informações coletadas, comumente se utiliza uma memória flash⁹, onde os dados capturados pelos sensores são armazenados, analisados e processados. Nota-se a preocupação constante em reduzir, cada vez, mais o consumo de energia das unidades de processamento e também que estas ocupem o mínimo de espaço para sua alocação no dispositivo.

⁸ IP- *Internet Protocol* (Protocolo de Internet) é um número de identificação exclusivo atribuído a um dispositivo em uma rede. (TECHTUDO, 2013).

⁹Memória Flash nada mais é que um chip de memória de computador que mantém informações armazenadas sem a necessidade de uma fonte de energia. (TECHMUNDO, 2012).

3.5.2 Comunicação na IoT

A conexão dos objetos pode ser realizada por diversas tecnologias com ou sem fio, dentre as quais podem ser citadas: Ethernet, WiFi, ZigBee, *Bluetooth*, 3G/4G, entre outras. Vale ressaltar que a escolha do método de comunicação é muito importante, pois algumas dessas tecnologias acabam consumindo muita energia, gerando assim um problema para sua utilização.

De acordo com Santos *et al.* (2016), as principais tecnologias de comunicação de dados são:

- **Ethernet:** Tecnologia muito popular devido ao baixo custo de instalação e manutenção, tanto que está presente em grande parte das redes locais. Utiliza o cabo de par trançado que permite a transmissão de dados até 100 metros com velocidade de até 1Gbps (Gigabits por segundo) ou a fibra óptica que transmite informações em até 200 metros sem a necessidade de repetidores e possibilita uma velocidade de transmissão de dados maior em relação ao cabo de par trançado, chegando a taxas de 10 Gbps.
- **WiFi:** Tecnologia de transmissão de dados sem fio, utiliza o padrão de transmissão IEEE 802.11, o qual se encontra na versão IEEE 802.11ac que permite taxas de transmissão de 600 Mbps (Megabits por segundo) ou 1300 Mbps. Esse método de transmissão, porém, pode não ser o mais indicado para os dispositivos IoT, pois consome muita energia quando comparado a outras tecnologias de transmissão de dados sem fio.
- **ZigBee:** Padrão de comunicação que tem como base o protocolo IEEE 802.15.4 e tem como características principais o baixo consumo energético e o reduzido custo de implantação. Utiliza a frequência de transmissão de 2.4 GHz (Gigahertz), podendo transmitir também em 868 MHz (MegaHertz) e 915 MHz. Essa tecnologia possui uma função conhecida como modo *sleep* para que o dispositivo economize energia.

- **Bluetooth:** Muito utilizado em redes domésticas por dispositivos como: *smartphones, notebooks, headsets*, entre outros. Existem atualmente dois tipos de *Bluetooth*: o *Bluetooth* Clássico, que opera em versões 2.0 ou 3.0, e o *Bluetooth Low Energy* (BLE) na versão 4.0 ou superior com objetivo de utilizar baterias pequenas e com baixo consumo de energia.
- **3G/4G:** Padrões de comunicação de telefonia celular, também são utilizados de maneira integrada à IoT, principalmente quando há a necessidade de enviar dados a longas distancias. Porém, há um empecilho ao uso dessa tecnologia: o consumo excessivo de energia. O 3G possui taxas de transmissão de até 1 Mbps e o 4G pode atingir até 10 Mbps.
- **LoRaWan:** *Long Range Wide Area Network* é uma tecnologia projetada para atender redes de longas distâncias com comunicação sem fio, com baixo custo e consumo de energia e taxas de transmissão entre 300 bps a 50 kbps.
- **Sigfox:** Projetado para trabalhar com o envio de pequenas taxas de transferência de dados, possui também um baixo consumo de energia, trabalhando na faixa de frequência de 900 MHz. Seu raio de cobertura varia de 3 km a 10 km na área urbana e 30 km a 50 km na área rural.

3.5.3 Fonte de energia para IoT

Geralmente, a fonte de energia utilizada para alimentar os componentes dos dispositivos IoT pode ser uma bateria, recarregável ou não, ou até mesmo a utilização de uma fonte de alimentação.

Porém, deve-se salientar que outras formas de alimentação também podem ser utilizadas, como, por exemplo, a energia solar.

3.5.4 Sensores ou atuadores para IoT

Os sensores são responsáveis por realizar o monitoramento e coletar os dados dos objetos, tais como temperatura, umidade e presença, e enviar esses valores para o armazenamento onde serão tratados e transformados em informação.

Já os atuadores têm a função de efetuar alguma ação, como consequência de algum comando manual, elétrico ou mecânico.

3.6 Sistemas operacionais para IoT

Os objetos inteligentes também necessitam de um sistema operacional para gerenciar os recursos citados anteriormente. De acordo com Santos *et al.* (2016), tais sistemas precisam ser muito menores e consumir menos recursos se comparados com os sistemas operacionais dos computadores convencionais que utilizamos no dia a dia.

Com base nos estudos realizados por Santos *et al.* (2016), podemos elencar os seguintes sistemas operacionais como sendo os mais utilizados na IoT:

- **Contiki:** Considerado o primeiro sistema operacional para IoT a utilizar a comunicação por Protocolo IP. É um SO muito leve e muito utilizado para sistemas embarcados de rede;
- **TinyOS:** é um sistema operacional desenvolvido pela Universidade da Califórnia em Berkeley, com o apoio da INTEL, também utilizado para redes de sensores e objetos inteligentes;
- **Linux:** Algumas versões de sistemas operacionais baseadas na plataforma Linux foram desenvolvidas para atender às demandas da IoT, entre elas o RIOT, que foi projetado em conjunto por empresas e instituições acadêmicas espalhadas por diversas localidades do mundo. O UBUNTU dispõe de uma versão para IoT, a chamada Ubuntu Core ou

Snappy, e, por fim, o Debian possui a versão chamada Raspian, desenvolvida para o *hardware* Raspberry Pi;

- **Android:** Sistema operacional atualmente utilizado em grande escala em dispositivo móveis e também para gerenciamento de recursos na IoT.

Lançado em 2007 como uma plataforma de código aberto, o Android foi desenvolvido pela Google e baseado no Linux, sendo um *software* que gerencia as tarefas do celular. Aprimorado constantemente, dispõe de diversas versões com recursos cada vez mais sofisticados, que podem ser verificados nos aparelhos utilizados atualmente.

Um dos principais fatores que fizeram com que o Android se tornasse o sistema operacional *mobile* mais utilizado é o fato de que ele possui maior integração com um maior número de dispositivos e aplicativos já disponíveis no mercado, ampliando as funcionalidades disponíveis para seus usuários.

De acordo com a pesquisa sobre o impacto social e econômico do Android no Brasil, desenvolvida pela Google em parceria com a consultoria GlobalBain & Company e divulgada pelo *site* TechTudo (2020), o Android atualmente é o sistema operacional *mobile* mais utilizado no mundo e aparece em mais de 90% dos *smartphones*, ou seja, está instalado em nove em cada dez aparelhos.

No Quadro 6, é possível conferir todas as versões do sistema operacional Android e seus respectivos anos de lançamento:

Quadro 6 – Todas as versões do sistema operacional Android

Ano	Versão
2007 ~ 2008	AndroidAlpha e Beta
2008	Android 1.0 - Astro
2009	Android 1.1 - Battenberg
2009	Android 1.5 - Cupcake
2009	Android 1.6 – Donut

2009 ~ 2010	Android 2.0 (2.0.1 e 2.1) - Éclair
2010	Android 2.2 (2.2.1; 2.2.2 e 2.2.3) - Froyo
2010 ~ 2011	Android 2.3 (2.3.1; 2.3.2) - Gingerbread
2011	Android 2.3.3 (2.3.4; 2.3.5; 2.3.6 e 2.3.7) - Gingerbread
2011	Android 3.0 - Honeycomb
2011	Android 3.1 - Honeycomb
2011 ~ 2012	Android 3.2 (3.2.1; 3.2.2; 3.2.3; 3.2.4; 3.2.5 e 3.2.6) - Honeycomb
2011 ~ 2012	Android 4.0 (4.0.1; 4.0.2; 4.0.3 e 4.0.4)- Ice CreamSandwich
2012	Android 4.1 (4.1.1 e 4.1.2) - JellyBean
2012	Android 4.2(4.2.1 e 4.2.2) - JellyBean
2013	Android 4.3 (4.3.1) - JellyBean
2013 ~ 2014	Android 4.4 (4.4.1; 4.4.2; 4.4.3 e 4.4.4) - KitKat
2014	Android 4.4W (4.4W.1 e 4.4W.2) - KitKat
2014	Android 5.0(5.0.1 e 5.0.2) - Lollipop
2015	Android 5.1(5.1.1) - Lollipop
2015	Android 6.0 (6.0.1)- Marshmallow
2016	Android 7.0 (7.1, 7.1.1 e 7.1.2) - Nougat
2017	Android 8.0 (8.1) - Oreo
2018	Android 9.0 - Pie
2019	Android 10

2020	Android 11
------	------------

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

3.7 RFID

RFID é a abreviação de *Radio Frequency Identification* (Identificação por Rádio Frequência), tecnologia que “[...] surgiu na segunda guerra mundial, com a invenção dos radares pelo físico Robert Alexander Watson-Watt, para detectar aeronaves inimigas, a tecnologia desenvolvida avaliava as modificações do sinal emitido pelo radar para descobrir a localização dessas aeronaves”. (BROSSARD, 2014, *web*).

Segundo Bernardo (2004), a RFID é uma tecnologia de coleta e identificação de dados automática, que utiliza sinais de rádio. Surgiu como alternativa para o controle de acesso e sistemas de rastreamento na década de 1980, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

A tecnologia RFID pode ser utilizada para identificar, rastrear e gerenciar produtos e objetos, documentos, animais e pessoas, sem contato e sem a necessidade de um campo visual.

A RFID permite, dessa forma, a automatização de diversos processos, gerando, assim, mais precisão e segurança nos procedimentos.

Outra característica importante da RFID refere-se à questão de custo, pois é uma tecnologia barata e acessível, de fácil e rápida instalação.

O termo IoT ganhou destaque em 1999, sendo que os sensores RFID foram os precursores na utilização de monitoramento de objetos e para identificação de produtos sem a necessidade de intervenção humana.

Cervieri Júnior *et al.* (2015, p. 137) explica o funcionamento de um sistema RFID:

Um sistema RFID é composto por três elementos básicos – etiquetas eletrônicas, antena e leitor. Seu funcionamento é bastante simples: o leitor envia uma onda de radiofrequência por meio da antena; as etiquetas absorvem essa onda e respondem com uma informação, que é recebida pela antena, decodificada pelo leitor e transferida para um sistema computacional que a gerencia. A antena e o leitor, que podem

estar unidos em um só equipamento, ficam localizados em pontos de checagem ou em dispositivos portáteis, enquanto as etiquetas são afixadas nos objetos a serem rastreados. (CERVIERI JÚNIOR *et al.* 2015, p. 137).

Com o passar dos anos, a RFID se popularizou em diversas aplicações na área industrial e também nas áreas de automação e robótica. A identificação por rádio frequência pode, por exemplo, ser utilizada por uma loja, permitindo rastrear, identificar e gerenciar produtos, por intermédio de etiquetas eletrônicas. Dessa forma, é possível evitar furtos de mercadorias, facilitar a contagem do inventário de produtos e gerenciar a quantidade de produtos no estoque, conhecer o comportamento de compras de um cliente, saber a quantidade de clientes que estão no estabelecimento naquele momento, entre outras inúmeras possibilidades.

Entre os dispositivos que podem ser utilizados estão incluídas as etiquetas ou *tags* RFID (Imagem 24), que utilizam a frequência de rádio para captura de dados. Apesar de ser uma ferramenta criada há muitas décadas, ainda é utilizada para identificação e controle de suprimentos.

Imagem 24 – Etiqueta de rádio frequência utilizada para monitorar objetos



Fonte: Equipos Antihurto (2020).

A etiqueta RFID, também conhecida como *tag* RFID ou *transponder*, é disponibilizada em diversos tamanhos e formatos. Cada etiqueta possui um código de identificação, cujo número é único e serve para vincular a *tag* a um determinado objeto ou serviço e posteriormente identificá-la. Dessa forma, os

controles desse produto se tornam mais eficazes, pois ele ganha um identificador único, que pode ser alcançado através da radiofrequência com exatidão.

Existem dois tipos principais de etiquetas RFID: ativa e passiva.

A etiqueta RFID ativa possui sua própria fonte de energia, geralmente uma bateria. Já a *tag* RFID passiva não requer baterias, e, por isso, tem vida útil indeterminada, pois recebe energia da antena de leitura, cuja onda eletromagnética induz uma corrente na antena da *tag* RFID. Outro fator importante é que o custo de uma *tag* RFID passiva é muito baixo se comparado ao da *tag* RFID ativa.

De acordo com Brossard (2014), as etiquetas RFID podem também ser classificadas conforme o seu modo de operação, sendo agrupadas da seguinte maneira:

- **Somente Leitura:** Possuem um número de identificação exclusivo e não podem ser alterados;
- **Leitura e Escrita:** Permitem a gravação de dados de maneira personalizada pelo usuário.

Embora muitos acreditem que a principal função da RFID seja a substituição dos códigos de barras, ela pode também ajudar a reduzir o desperdício, limitar furtos e roubos, gerenciar inventários, auxiliar na logística, aumentando a produtividade e a eficiência das operações empresariais, portanto, pode ser muito útil para elaboração de dispositivos de IoT.

3.8 QR Code (*Quick Response Code* – código QR)

Uma importante evolução foi a tecnologia do *QR Code* (*Quick Response Code* – código de resposta rápida) (Imagem 25), que permite a geração de algoritmos visuais para terem acesso a informações diversas de um objeto específico.

A estrutura de um *QR Code* é formada por três quadrados posicionados nos vértices do quadrado que compõe o código, e que são os referenciais para facilitar o processo de leitura do aplicativo.

Imagem 25 – Exemplo de QR Code



Fonte: Olhar Digital (2019).

Para que seja efetuada a leitura de um *QR Code* é necessária a utilização de aplicativos que devem ser instalados em dispositivos móveis, como, por exemplo, *smartphones* e *tablets*. Tais aplicativos utilizarão a câmera desses dispositivos móveis para fazer a interação entre o código e o aplicativo de leitura e, dessa forma, realizar a decodificação.

A popularização na utilização do *QR Code* deve-se ao fato da inserção de câmeras nos aparelhos celulares, conforme aponta Saraceni (2012, p. 29). Para o pesquisador,

O *QR Code* começou a ser usado mais comumente quando os fabricantes de aparelhos celulares embutiram câmeras e permitiram o desenvolvimento de aplicativos (os chamados *smartphones*). O dispositivo aciona a câmera do aparelho, registra e interpreta a imagem do *QR Code* fornecendo seu significado, que pode ser um texto, um URL, uma ação em algum aplicativo ou até o envio de e-mails e mensagens SMS. (SARACENI, 2012, p. 29).

Outro fator importante a favor da tecnologia *QR Code* é que a criação de um código pode ser realizada facilmente utilizando diversos *sites* na internet, muitos dos quais são gratuitos. Do mesmo modo, como a maioria dos dispositivos móveis dispõe de câmeras, a leitura dos *QR Codes* tornou-se uma atividade comum para os usuários de *smartphones* e *tablets*. Desta forma, um *QR Code* pode conter informações diversas, desde um simples *link* para um

determinado *site* na internet até mensagens de texto, imagens, vídeos etc., conteúdo este que poderá ser acessado com rapidez, qualidade e segurança.

O *QR Code*, a princípio, foi utilizado na indústria para identificação de peças automotivas, porém sua utilização se expandiu e atualmente é aplicado em diversas aplicações cotidianas, como por exemplo:

- Catalogação de peças, controle de estoque e gerenciamento de inventário em empresas;
- Ações de marketing para divulgar eventos, filmes etc.;
- Cartões de visitas de empresas;
- Acesso às informações extras sobre determinados produtos;
- Ações promocionais de empresa.

Como é possível observar, há uma diversidade de utilidades, porém, cabe ressaltar a importância em demonstrar como o código QR pode ser também considerado uma Tecnologia Assistiva extremamente relevante para a inclusão de pessoas com deficiência visual, em especial por ser um recurso tecnológico de fácil manuseio, com baixo custo e relativamente acessível. A inserção de um *QR Code* em etiquetas de roupas e nas embalagens de produtos alimentícios, por exemplo, permite que pessoas com deficiência visual possam, de forma independente, munidas apenas de um dispositivo móvel, obter informações rápidas e precisas sobre os produtos que pretendem adquirir.

3.9 Microcontrolador ESP32

De acordo com Almeida (2015, p. 114), com os avanços da tecnologia surgiu a necessidade de se criar um *hardware* que possuísse um alto poder de controle, com um menor custo-benefício e que atendesse perfeitamente às necessidades de quem o utilizasse.

Esses microcontroladores dispõem de *softwares* instalados e executam tarefas que foram pré-programadas criando os chamados sistemas embarcados. Nascimento (2009) caracteriza esses sistemas da seguinte maneira:

Os sistemas embarcados estão presentes nos mais variados setores, e em diferentes tipos de seguimentos, este é o *software* que opera com os Microcontroladores, eles estão presentes nas áreas industriais, nos setores automobilísticos, nas grandes, médias e pequenas empresas, na medicina, e em nossas residências. (NASCIMENTO, 2009, p. 24).

Desenvolvido pela empresa Espressif, o microcontrolador ESP32 apresenta-se como uma excelente alternativa para o desenvolvimento de projetos automatizados.

Esse microcontrolador (Imagem 26) é muito versátil, dispõe de módulo de comunicação Wi-Fi, processador Dual Core, *Bluetooth* híbrido (clássico) e BLE (*Bluetooth Low Energy*) e múltiplos sensores embutidos.

Imagem 26 – Microcontrolador ESP32

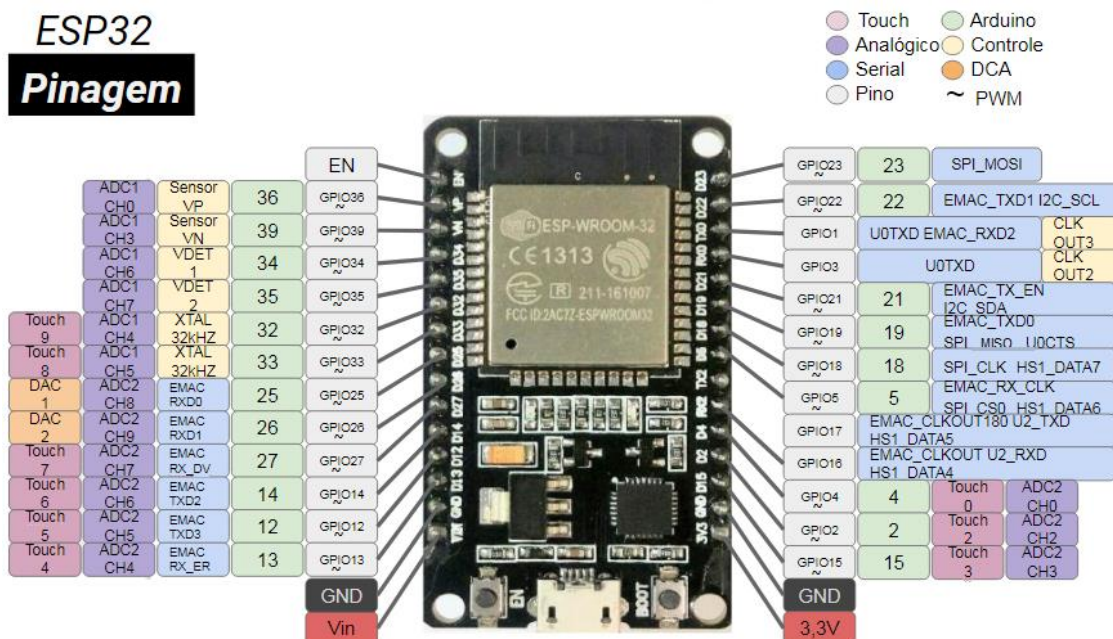


Fonte: FilipFlop.

O microcontrolador dispõe de 4 MB de memória flash, o que permite criar diversas aplicações que incluam acesso remoto, *webserver*s, entre outros.

A Imagem 27 demonstra toda a pinagem do microcontrolador ESP32, identificando todas as portas de entrada e saída existentes no dispositivo.

Imagem 27 – Pinagem do microcontrolador ESP32



Fonte: Curto Circuito (2021).

O ESP32 é uma plataforma de código aberto (*open source*) para desenvolvimento de dispositivos voltados para a área de Internet das Coisas (IoT).

Outra característica do microcontrolador ESP32 é o baixo consumo de energia, o que o torna, mais uma vez, uma excelente opção para uso de automações em geral.

3.10 Perspectivas para IoT e desafios a serem alcançados e superados

A internet das Coisas está em plena ascensão e tende a se desenvolver muito mais nos próximos anos. Nesse cenário, surgem alguns desafios a serem alcançados e algumas necessidades a serem superadas para que essa tecnologia prospere ainda mais.

Como citado anteriormente, os dispositivos utilizados para IoT estão se tornando cada vez menores, isso inclui sensores, processadores e demais objetos em geral.

Um grande desafio dessas novas tecnologias é consumir o mínimo de energia possível, fazendo com que a vida útil das baterias ou dos dispositivos de alimentação dure por mais tempo.

A questão da segurança da informação é, também, uma preocupação existente em vários setores e não poderia ser diferente na IoT. Assim, para que os usuários se sintam confortáveis em coletar e compartilhar seus dados, é preciso que a segurança da informação e a privacidade na IoT evoluam de maneira mais satisfatória.

Tendo em vista que a IoT é um campo de desenvolvimento tecnológico em plena expansão, onde todas as pessoas interessadas podem aprimorar e colaborar com a criação de dispositivos, torna-se essencial a criação de algumas padronizações tecnológicas para facilitar tanto a atuação dos desenvolvedores como também a utilização para os usuários da IoT.

Finalmente, como em qualquer campo de atuação, a capacitação profissional é essencial, por se tratar de uma tecnologia considerada bastante recente. A IoT precisa ainda de um número significativo de profissionais aptos para trabalharem e difundirem tal tecnologia, fato este que tende a ser contornado, pois nota-se um crescimento constante de profissionais interessados em atuarem em espaço de produção e de desenvolvimento de tecnologia IoT.

A seguir, o capítulo 4 tratará sobre o segmento varejista de comércio, dando ênfase aos *shopping centers* e à questão da acessibilidade e mobilidade das pessoas com deficiência visual.

4 VAREJO

4.1 O varejo no Brasil

Segundo Varotto (2018), o surgimento e a evolução do varejo no Brasil acompanharam os momentos históricos do país, pois as atividades de comércio já existiam desde a época da chegada dos colonizadores ao Brasil. Porém, o florescimento do varejo ocorreu na região de Minas Gerais em virtude da descoberta de ouro e diamantes e essa corrida pelo ouro no início do século XVIII alterou, na ocasião, a maneira de se realizar o comércio.

Diante do aumento da população local da região em função da extração dos minérios preciosos, os produtores e agricultores deixaram de produzir apenas para sua própria subsistência e passaram a produzir comercialmente, para que fosse possível efetuar trocas dos seus produtos por outras mercadorias.

Em 1808, com a vinda da Família Real Portuguesa para o Brasil, ocorreu outra grande revolução comercial. A principal novidade foi a abertura dos portos, que gerou uma grande movimentação de navios e mercadorias nas regiões portuárias e favoreceu imensamente o desenvolvimento do comércio.

Foi a partir de 1850 que teve início a importação de diversos produtos semiduráveis, duráveis e supérfluos vindos da Europa e dos Estados Unidos. Com essas mudanças, o século XIX presenciou um grande avanço do comércio varejista no Brasil.

Varotto (2006) revela que nas primeiras décadas de 1900 surgiram algumas renomadas empresas do ramo varejista, como as Casas Pernambucanas (1908), a Mesbla (1912) e o Mappin (1913), sendo essa a primeira grande loja de departamentos de São Paulo.

Com o término da Segunda Guerra Mundial, teve início a modernização do varejo no país. Até então, os armazéns, empórios e mercearias eram os principais locais de comércio da época, e o pagamento das compras era realizado por meio das chamadas “cadernetas” ou então à vista. Assim, por essa época, surgiram os primeiros supermercados.

Nos Estados Unidos, os primeiros supermercados apareceram por volta de 1912, enquanto no Brasil apenas no final da década de 1940. A título de

exemplificação, a rede de mercados Pão de Açúcar surgiu apenas em 1959, o MAKRO em 1973 e o Carrefour apenas em 1975. Os supermercados se desenvolveram primeiramente nas regiões Sul e Sudeste, por serem espaços com maior concentração de pessoas e renda.

Por fim, e não menos importante, é necessário apontar o surgimento do varejo virtual no Brasil, em meados da década de 1990. É uma nova modalidade de compras no varejo, que possui muita relevância no cenário atual, pois as vendas pela internet vêm crescendo expressivamente ano a ano e fizeram com que empresas gigantes do mercado varejistas viessem a desaparecer, como Mappin, Mesbla, entre outras.

De acordo com uma pesquisa realizada pela Federação do Comércio do Estado de São Paulo (FECOMERCIO-SP), entre janeiro e junho de 2020, o comércio on-line no varejo do Estado de São Paulo passou de 2,9% para 3,7%, um avanço de 0,8 ponto porcentual. Foi a mesma taxa de crescimento registrada entre 2013 e 2019. Tal aumento foi impulsionado pela Pandemia de Covid-19, que levou os consumidores em quarentena a utilizarem o comércio eletrônico para efetuar compras.

Tal cenário prova que o varejo está em constante aperfeiçoamento e se adaptando principalmente às tecnologias digitais, a outros modelos de gestão/negócios e buscando cada vez mais a fidelização de clientes.

Mesmo com tantas mudanças, o varejo tradicional possui muita relevância no cenário econômico nacional. Segundo levantamento realizado pelo SEBRAE (2016), um em cada cinco empregos formais no Brasil são representados pelo varejo (cerca de 10,2 milhões de empregos).

O varejo representa cerca de 20% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo dados fornecidos pelo IBGE (2016), o que demonstra a importância desse segmento para a economia do país.

4.2 Conceituando e entendendo o varejo

Existem diversas definições para varejo, pois o setor varejista possui uma ampla variedade de atividades.

Para Parente (2000, p. 22) “o varejo consiste em todas as atividades que englobam o processo de venda de produtos e serviços para atender a uma necessidade pessoal do consumidor final”.

Já Cervieri Júnior *et al.* (2015) classifica o varejo como um local (loja física ou on-line), onde concentra vários produtos que satisfazem as necessidades e desejos de compra de um consumidor.

De acordo com a definição do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2016), o termo “varejo” refere-se aos setores do comércio e de serviços que vendem produtos diretamente para o consumidor final.

Não há também uma classificação padronizada a ser seguida que caracterize os segmentos do ramo varejista, porém os principais setores varejistas são:

- Supermercados e hipermercados;
- Artigos de vestuário;
- Móveis e eletrodomésticos;
- Materiais de construção;
- Farmácias;
- Veículos;
- Postos de Combustíveis;
- Livrarias e Papelarias;
- Produtos Agropecuários e Pet Shops.

Cobra (2007) define o comércio varejista no Brasil como um segmento formado por pequenas lojas, geralmente constituídas por um ou dois donos e caracterizada, muitas vezes, como empresas familiares.

Giuliani (2003) cita que apesar de o varejo muitas vezes ser considerado como uma área de venda de produtos em loja, deve ser entendido também como uma área de venda de serviços e que nem toda atividade de varejo é feita em lojas, podendo ocorrer através de vendas em domicílio, por exemplo.

Desta forma, o próprio Giuliani (2003) conceitua o varejo como:

Todas as atividades envolvidas na venda de bens e serviços diretamente aos consumidores finais, tendo como atividade básica a solução de necessidades dos consumidores, podendo ser através do lojista e dos não lojistas e procurando transformar o produto-serviço adquirido em momentos prazerosos, com muita magia e sedução. (GIULIANI, 2003, p. 02).

Diante da diversidade de definições e reunindo o conjunto de aspectos apresentados, podemos identificar e classificar os *shopping centers* como locais onde se praticam atividades de varejo.

O desenvolvimento e o crescimento do varejo ocorreram primeiramente nos Estados Unidos na década de 1930 e a modalidade só se espalhou pela Europa nos anos de 1950, após a Segunda Guerra Mundial.

4.3 Shopping Centers

Os primeiros *shopping centers* surgiram nos Estados Unidos durante a década de 1950, justamente após o término da Segunda Guerra Mundial, e logo se expandiram pelo mundo todo.

No Brasil, de acordo com o jornal O Estado de S. Paulo (2013), o primeiro *shopping center* foi instalado na cidade de São Paulo em 1966, o *Shopping Iguatemi*.

Porém, quando do seu surgimento, os *shopping centers* passaram por grandes dificuldades para se consolidar, e mesmo se instalando em locais com grande concentração populacional eram rotulados como locais para atender pessoas com alto poder aquisitivo.

O intuito dos *shopping centers*, quando surgiram, era de constituírem centros de compras varejistas, com a presença de uma diversidade de lojas voltadas à venda de produtos em pequenas quantidades ao consumidor final.

Nota-se que, com o passar do tempo, a finalidade dos *shopping centers* mudou significativamente. No século XXI, esses locais se expandiram e atualmente oportunizam para o público consumidor diversas finalidades, como lazer, alimentação, entretenimento, prestação de serviços e acesso a serviços públicos etc.

Carlin (2004, p. 66) descreve as definições dos tipos de *shopping centers* com base na publicação do Conselho Internacional de *Shopping Centers* (ICSC), conforme o Quadro 7.

Quadro 7 – Classificação dos tipos de *shopping centers*

Tipo	Conceito	Tamanho (m ²)	Número de Loja Âncora	Tipo	Relação de Área*
Vizinhança	Conveniência	3.000 a 15.000	1 ou mais	Supermercado	30 – 50%
Comunitário	Mercadorias em geral	10.000 a 35.000	2 ou mais	Lojas de departamento ou de descontos; supermercados e hipermercados.	40 – 60%
Regional	Mercadorias em geral, com cerca de 50% alugado para lojas satélites de vestuário. <i>Shopping</i> tipicamente fechado.	40.000 a 80.000	2 ou mais	Lojas de departamentos completas; lojas de departamentos juniores ou de descontos; e hipermercados.	50 - 70%
Super Regional	Similar ao regional, porém com maior variedade de lojas.	Mais de 80.000	3 ou mais	Lojas de departamentos completas; lojas de departamentos juniores ou de descontos; e hipermercados.	50 - 70%
<i>Power Center</i>	Conjunto de lojas âncoras com poucas lojas satélites.	25.000 a 60.000	3 ou mais	Lojas de departamentos de desconto; clubes de compras.	75 - 90%

<i>Festival Center</i>	Restaurantes; lazer; cultura.	8.000 a 25.000	0	Em geral não possui loja âncora.	0%
<i>Outlet Center</i>	Grandes lojas de fábricas, preços baixos, lojas mais simples com aluguéis mais reduzidos, diferenças de acabamento.	5.000 a 40.000	0	Em geral não possui loja âncora.	0%
Especializado/ Temático	Especializado em um ramo, como moda, decoração e material esportivo.	8.000 a 25.000	0	Em geral não possui loja âncora.	0%
<i>Lifestyle</i>	Grandes lojas especializadas, restaurantes e entretenimento.	15.000 a 50.000. Porém pode ser maior ou menor.	0 a 2	Em geral não possui loja âncora, mas por incluir grandes livrarias, cinema multiplex, pequenas lojas de departamento e outras lojas.	0 - 50%
* Relação da área destinada às lojas âncoras em relação à área total do <i>shopping center</i> .					

Fonte: Carlin (2004, web). Adaptado pelo autor a partir do material disponível em: <http://www.icsc.org>.

Utilizando ainda as considerações de Carlin (2004), é possível caracterizar, no Quadro 8, as diferenças de cada um dos tipos de *shopping centers*.

Quadro 8 – Diferenças entre os tipos de *shopping centers*

• Shopping Center de Vizinhança: projetado para fornecer conveniência na compra das necessidades do dia a dia dos consumidores. Tem como âncora um supermercado. A âncora tem o apoio de lojas oferecendo outros artigos de conveniência. Visa ao atendimento da população que habita próximo ao <i>shopping center</i>.
• Shopping Center Comunitário: oferece, geralmente, uma diversidade ampla de vestuário e outras mercadorias. Entre as âncoras mais comuns estão os supermercados e as lojas de departamentos de descontos.
• Shopping Center Regional: fornece mercadorias em geral (principalmente de vestuário) e serviços completos e variados. Suas atrações principais são âncoras tradicionais, como lojas de departamento ou hipermercados. O <i>Shopping Center Regional</i> está voltado para as classes A e B, devido ao seu porte, e é viável nas grandes cidades.
• Shopping Center Super Regional: possui características semelhantes às do <i>Shopping Center Regional</i>, porém com mais variedade de lojas e maior número de lojas âncoras.
• Power Center: formado por um conjunto maior de lojas âncoras (75 – 90% da área total) e com poucas lojas satélites. Geralmente situa-se perto de um <i>shopping center</i> regional e super regional.
• Festival Mall: está quase sempre localizado em áreas turísticas e é basicamente voltado para atividades de lazer, com restaurantes, <i>fast-food</i>, cinemas e outras diversões. Tem grande espaço de desenvolvimento nas grandes cidades; está dirigido para as classes A e B, visando ao entretenimento.
• Outlet Center: consiste, em sua maior parte, de lojas de fabricantes vendendo suas próprias marcas com desconto. Está dirigido, principalmente, para as classes B e C; opera com margens e custos mais baixos; possui como lojas âncoras grandes lojas de fábricas.
• Shopping Center Especializado/temático: é voltado para um <i>mix</i> específico de lojas de um determinado grupo de atividade, tais como moda, decoração, náutica, esportes ou automóveis. Diferentemente do que ocorre nos demais <i>shoppings</i>, a compra é feita por planejamento e não, principalmente, por impulso. Está direcionado para as classes A e B; e em geral não possui lojas âncoras.
• Lifestyle Center: geralmente é um <i>shopping center</i> com uma âncora, <i>mix</i> no segmento de moda e entretenimento e o público-alvo entre as classes média e alta.

Fonte: Adaptado pelo autor, de Carlin (2004, *web*).

Os *shopping centers* são espaços privados, construídos com intuito de uso coletivo, ou seja, para que possam ser utilizados por pessoas de diversas faixas etárias e econômicas. Porém, um dos grandes desafios para esses locais é transformá-los em instalações acessíveis, para que um maior número de pessoas compartilhe do direito de frequentar lojas, cinemas, livrarias e restaurantes, exemplos de estabelecimentos existentes nas dependências dos *shopping centers*. Tais locais devem oferecer, do mesmo modo, condições de acessibilidade não apenas para pessoas com deficiência, mas também para crianças, mulheres grávidas e pessoas idosas. Embora algumas estruturas como elevadores, escadas rolantes e outros aparatos estejam integradas ao espaço, esse arsenal faz parte do que a população chama de “comodidade”, e não de acessibilidade.

A Norma Brasileira ABNT NBR 9050 (2004) estabelece que o termo “acessível” pode ser classificado como: “[...] espaço, edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento que possa ser alcançado, acionado, utilizado e vivenciado por qualquer pessoa, inclusive aquelas com mobilidade reduzida”.

Não há dúvidas de que as demandas de acessibilidade se tornaram uma área de preocupação, principalmente na última década. Porém, quando abordamos a questão na perspectiva dos *shopping centers*, o que prevalece é a falta de infraestrutura básica para acolher de maneira segura o grupo dos deficientes visuais. Em outras palavras, em sua grande maioria esses espaços não suprem necessidades básicas e estruturais, como rampas de acesso, corrimões, vagas de estacionamento em número adequado para pessoas com deficiência, banheiros adaptados, sinalização tátil no piso, elevadores adaptados, entre outras.

Dischinger (2000) pontua sobre a necessidade de se eliminar as barreiras arquitetônicas que possam impedir, restringir ou dificultar a circulação das pessoas para acessarem um determinado espaço, impedindo assim o uso efetivo do local.

Na atualidade, toda construção, reforma ou ampliação de edificações públicas ou privadas de uso coletivo necessitam atender às normas de acessibilidade, conforme aponta Felinto *et al.* (2018):

Desta forma, toda construção, reforma ou ampliação de edificações públicas ou privadas de uso coletivo, deverão ser executadas de modo que sejam ou se tornem acessíveis às pessoas com deficiência. No caso dos *shopping centers*, especificamente, por serem bens privados de uso coletivo, o direito de propriedade de seus detentores é mitigado em virtude da obrigatoriedade de adequação às normas de acessibilidade. (FELINTO *et al.*, 2018, *web*).

Porém, a questão da acessibilidade vai muito além de demandas estruturais do local e dificuldades na orientação, no deslocamento e com relação ao uso das dependências de um *shopping center*. Na verdade, de acordo com a LBI (2015), qualquer dificuldade, entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que limite ou impeça a participação social da pessoa e a circulação com segurança em um ambiente pode ser definido como uma barreira ao processo de inclusão. Desta forma, ainda de acordo com a LBI (2015), as barreiras podem ser classificadas como:

- **Barreiras urbanísticas:** obstáculos existentes nas vias ou em espaços públicos ou privados que ocasionam dificuldades de locomoção e acesso;
- **Barreiras arquitetônicas:** obstáculos de origem arquitetônica, existentes em edifícios públicos ou privados, que dificultam ou impedem o acesso de uma pessoa;
- **Barreiras nos transportes:** barreiras existentes nos sistemas e meios de transportes que dificultem a utilização por qualquer pessoa;
- **Barreiras comunicacionais ou na informação:** qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens e de informações por intermédio de sistemas de comunicação e de tecnologia da informação;
- **Barreiras atitudinais:** atitudes ou comportamentos preconceituosos que impeçam ou prejudiquem a participação social da PcD em igualdade de condições e oportunidades com as demais pessoas;

- **Barreiras tecnológicas:** obstáculos que dificultem ou impeçam o acesso da PcD às tecnologias.

Esses diferentes tipos de barreiras podem criar ambientes restritivos para o uso de todas as pessoas, principalmente daquelas que possuem algum tipo de deficiência, gerando, assim, um cenário de exclusão social.

Apesar da constante evolução tecnológica e dos avanços nas legislações que buscam a inclusão das pessoas com deficiência, nota-se ainda que o comércio varejista não direcionou seu foco de atendimento para essa parcela da população, não considerando um grupo “economicamente rentável” diante dos custos de investimento que o espaço teria que realizar.

Kaufman-Scarborough (1998) pontua que apesar das ações que demonstram a sensibilização global para a temática da acessibilidade, as pessoas com deficiência sofrem com um cenário de exclusão, pois não representam um grupo com potencialidades para grandes consumos comerciais. Desse modo, muitos empresários defendem que as pessoas com deficiência frequentam raramente estabelecimentos comerciais e, portanto, não representam uma faixa de consumidores na qual se deve investir mais substancialmente. Em contrapartida, o lado dos consumidores deficientes evidencia que não há maior frequência nesses espaços porque a estrutura básica não atende à demanda mínima de segurança do grupo. O impasse está criado. Mas é preciso mudar esse cenário.

Também é importante refletir que, ao assumirem tal postura, os empresários não estão considerando que além de promover a inclusão das pessoas com deficiência, tais ações poderiam criar um ambiente acessível, oferecendo melhorias para todos os consumidores, tendo em vista que crianças, mulheres grávidas e idosos também se beneficiariam com as melhorias implantadas nesse comércio varejista.

É exatamente isso que Jones *et al.* (2007, *apud* DE FREITAS; SALES MELO, 2015, *web*) descrevem. Para os autores,

As mudanças relacionadas a acessibilidade dos públicos PcD acabam por agradar não apenas o próprio PcD, mas também ao público não deficiente. O alcance da satisfação do público não deficiente, não é atribuído apenas constituído pela percepção da responsabilidade social do estabelecimento em oferecer acessibilidade, mas o conforto

provocado pela adequação da ambiência física, tendo como exemplo a inclusão de portas automáticas, que tendem substituir portas manuais e pesadas. Isso favorece não apenas ao público PcD, mas, também, a idoso, gestantes, crianças ou até mesmo jovens carregando compras ou que estão com as mãos ocupadas impossibilitando a mobilidade no caso de portas manuais que obrigam a parada do indivíduo para posterior locomoção. (JONES *et al.*, 2007, *apud* DE FREITAS E SALES MELO, 2015, *web*).

Damascena (2013) complementa tal pensamento pontuando que a sociedade possui um notável despreparo para lidar com pessoas com deficiência. Para o autor, isso é resultado do longo processo de estigmatização ao qual esse grupo foi submetido durante décadas. Assim, quando as PcDs não são vistas como clientes, não há preocupação dos ofertantes de serviços em atendê-los satisfatoriamente.

Amaro *et al.* (2008) descrevem que apesar do aumento da intenção de proporcionar acessibilidade aos consumidores com mobilidade reduzida, é notório que ainda há exclusão aos deficientes visuais, que ainda sentem diversas dificuldades para realizar suas compras.

Prova disso é que embora a Lei nº 11.126 de 27 de junho de 2005 estabeleça o direito do portador de deficiência visual ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhado de cão-guia, essa não é uma realidade, pois o cão-guia não é permitido em todos os locais.

Diversas pesquisas foram realizadas buscando entender as necessidades e preferências dos consumidores com deficiência visual ao realizar compras no varejo. Após realizar esse levantamento, durante a pesquisa exploratória, foi possível fazer uma compilação com os apontamentos de Amaro *et al.* (2008) e Silva (2016), que destacaram os seguintes pontos relevantes nesse cenário:

1. Necessidades a serem supridas em um comércio varejista:

- Inexistência de piso tátil nas dependências internas;
- Dificuldade para se locomover dentro das lojas;
- Constante mudança dos produtos nas prateleiras, impossibilitando criar uma relação entre os produtos e seu respectivo local, pois o deficiente visual estabelece uma espécie de memorização da rota de localização dos produtos, criando assim uma imagem mental do local e essa mudança repentina acaba dificultando a realização das compras;

- Ausência de informações em *Braille* nos rótulos da maioria dos produtos.

2. Preferências das pessoas com deficiência visual:

- Consumir no mesmo estabelecimento devido à proximidade de sua residência ou familiarização com o local;
- Frequentar as lojas de grandes redes varejistas, pois esses espaços dispõem de corredores mais largos o que facilita o deslocamento no seu interior;
- Frequentar os estabelecimentos acompanhados por familiares ou amigos para auxiliá-los nas compras;
- Receio de manusear determinados produtos e acabar danificando-os, o que os leva a optar por realizar suas compras em dias e horários com menor público, evitando dias em que haja grande quantidade de consumidores presentes no local;
- Efetuar os pagamentos em dinheiro, pois possuem um maior controle sobre os valores, uma vez que conseguem distinguir a cifra pelo tato.

De Freitas e Melo (2015) destacam que, muitas vezes, as dificuldades das pessoas com deficiência vão além do acesso às lojas, pois há um grande problema para se localizarem no interior dos estabelecimentos. Os deficientes visuais criam uma espécie de imagem mental do ambiente e da rota a seguir. Porém, os estabelecimentos modificam com frequência a disposição dos produtos e acabam prejudicando não somente o processo de localização das mercadorias, como também a locomoção das pessoas com deficiência visual.

De acordo com Damascena (2013), além de respeitar a legislação no que se refere à acessibilidade, os segmentos varejistas, incluindo os *shopping centers*, precisam compreender as necessidades e os desejos dos consumidores com deficiência, apresentando ambientes que permitam a inclusão dos indivíduos, pois essas pessoas já encontram barreiras para inclusão social diariamente e das formas mais diversificadas. Ainda para Damascena (2013), não há uma modelo ideal e pré-definido de ambiente de loja a ser seguido pelos gestores de varejo. Entretanto, é preciso considerar os diversos aspectos para

elaboração do *layout*, melhorando e ampliando a acessibilidade das pessoas que frequentam o ambiente.

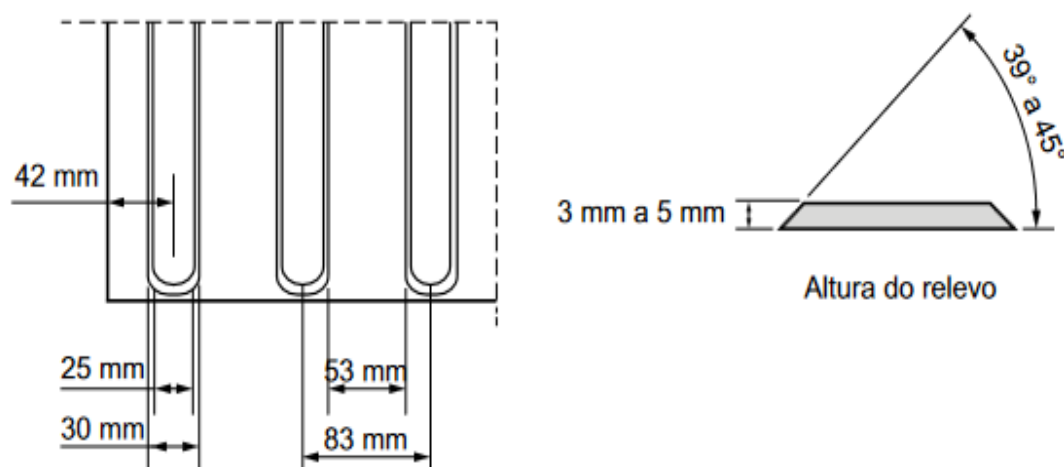
No que se refere à acessibilidade espacial, levando em conta as legislações existentes e as normas da ABNT, alguns aspectos de melhorias devem ser considerados nas instalações com o objetivo de efetivar os direitos da PcD nas dependências de um *shopping center*. Dentre eles, destacam-se:

- Rampas de acesso;
- Escadas com corrimão;
- Elevadores;
- Sanitários adaptados;
- Piso tátil;
- Corredores e portas com passagens amplas;
- Mapa tátil;
- Vagas especiais no estacionamento e na praça de alimentação.

Vale salientar que a sinalização tátil de piso traz informações em alto relevo que servem como guia para as pessoas com deficiência visual em seus deslocamentos.

De acordo com a norma ABNT NBR 16537 (2016), que estabelece as normas para sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação, a definição de piso tátil é: “[...] piso caracterizado por relevo e luminância contrastantes em relação ao piso adjacente, destinado a constituir alerta ou linha-guia, servindo de orientação perceptível por pessoas com deficiência visual, destinado a formar a sinalização tátil no piso”. Segundo a mesma norma, há dois tipos de sinalização tátil de piso: a sinalização tátil de alerta e a sinalização tátil direcional.

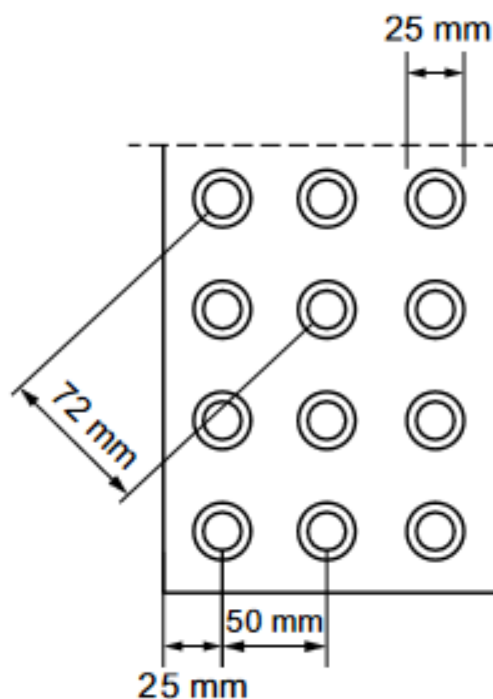
O piso tátil direcional (Imagem 28) tem como principal função a condução, para orientar o sentido do deslocamento seguro. Consiste de relevos lineares, regularmente dispostos, com altura e distância entre relevos especificados.

Imagem 28 – Piso tátil direcional

Fonte: ABNT NBR 16537 (2016).

Já o piso tátil de alerta (Imagem 29), também conhecido como “podo tátil”, tem como objetivo informar sobre a mudança de direção ou a existência de outras opções de percursos, ou ainda alertar sobre a existência de obstáculos à frente os quais a bengala não consiga detectar, como é o caso de desníveis, rampas, escadas, elevadores etc. Araújo (2015) descreve a estrutura e a finalidade do piso tátil de alerta.

Consiste em um conjunto de relevos tronco-cônicos dispostos uniformemente sobre um material com lados iguais. Cada um dos relevos pode ter uma altura mínima e máxima dependendo da aplicação ou finalidade. A distância horizontal entre os centros de relevo e a distância diagonal também são especificados, com valores mínimos e máximos visando isonomia. A sinalização tátil de alerta é utilizada para indicar obstáculos à frente, rebaixamentos de calçadas, início e término de escadas fixas, escadas rolantes e rampas. Também pode ser utilizado junto à porta de elevadores e plataformas de embarque e desembarque que apresentem desnível. Quando são utilizados vários módulos, o piso tátil de alerta indica mudança de direção. Um par de módulos instalados juntos indica mudança de direção, quando são instalados quatro módulos de piso tátil, isto indica mudança de direção com duas opções de rota. Seguindo este padrão, seis módulos de piso tátil indicam mudança de direção com três opções de rota. (ARAÚJO, 2015, p.26-27).

Imagem 29 – Piso tátil de alerta

Fonte: ABNT NBR 16537 (2016).

Dessa forma, fica evidente a necessidade da existência de condições estruturais mínimas, como é o caso do piso tátil, que fossem consideradas como regras básicas para eliminar as diversas barreiras e promover a inclusão do deficiente visual em ambientes *indoors*.

Para a pessoa com deficiência visual, é de vital importância o conhecimento da rota, tornando-se um grande desafio a mobilidade em ambientes novos e desconhecidos.

O mapa tátil é um recurso que possibilita à pessoa com deficiência visual conhecer o espaço a sua volta, bem como obter uma melhor localização do espaço.

Imagem 30 – Mapa tátil



Fonte: AcessoMinas (2021).

A Imagem 30 apresenta um exemplo de mapa tátil de uma agência bancária, em que é possível identificar textos em *Braille* e Alto-relevo, que permite à pessoa com deficiência visual construir um trajeto mental de locomoção no ambiente.

A sociedade também necessita exercer seu papel e cobrar das autoridades para que cumpram as leis de acessibilidade e inclusão já existentes. Somente assim, a tecnologia poderá realmente ser um agente facilitador no processo de inclusão do deficiente visual.

É preciso incluir nesse rol de necessidades formas de localização das lojas, restaurantes e outros espaços, corredores livres ou bem sinalizados para que não ocorram acidentes, ou, até mesmo, que seja possível identificar prontamente as saídas de emergência e os locais de perigo. É nesse cenário que as tecnologias podem colaborar ativamente.

Conforme afirmam Santos e Roque (2015), os sistemas de localização e locomoção são de vital importância para as pessoas com deficiência, predominando a utilização do sistema GPS. Porém, vale salientar que a

tecnologia GPS não funciona corretamente em ambientes fechados (*indoor*), o que gera a necessidade da criação de outras tecnologias para superar tal dificuldade.

Os sistemas de navegação têm sido úteis para guiar pessoas por um caminho no qual desejam seguir. Muitos destes sistemas de navegação utilizam o GPS como base para orientação, sendo um agente fundamental para propiciar a navegação outdoor, contudo, a navegação *indoor* ainda é um desafio, pois os sinais de GPS não conseguem penetrar em ambientes cobertos, sendo necessário encontrar soluções que possibilitem a navegação neste tipo de ambiente. (SANTOS; ROQUE, 2015, p. 01).

Há propósito, já existem inúmeras pesquisas que mencionam experimentos para auxiliar a mobilidade de deficientes visuais em ambientes *indoor*, dentre elas pesquisas com a utilização de tecnologias RFID, que vêm demonstrando ser capazes de identificar um objeto ou local em um ambiente fechado.

Abrahão *et al.* (2009, *apud* BERNARDO; MUÑOZ; SILVA, 2020) conceituam a mobilidade *indoor* como:

Ato da pessoa se locomover em ambiente fechado envolvendo para isso ações prévias como mapear visualmente o ambiente, decidir qual trajetória tomar considerando seu ponto de partida e seu ponto desejado de chegada, mesmo que a distância seja muito curta. Um menor obstáculo durante o seu trajeto se torna um desafio a ser superado e exige dela uma série de operações mentais, incluindo a captura voluntária (ou não) de informações no ambiente, a sua interpretação segundo os seus conhecimentos e habilidades do processo decisório do que fazer ou não fazer, naquela ocasião específica. (ABRAHÃO *et al.*, 2009, p. 79, *apud* BERNARDO, MUÑOZ E SILVA, 2020).

A seguir, no capítulo 5, serão analisados os resultados do questionário para avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em *shopping centers*, trazendo informações relevantes para a elaboração de uma Prova de Conceito visando auxiliar na mobilidade *indoor* de uma pessoa deficiente visual.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS EM SHOPPING CENTERS

5.1 Procedimentos metodológicos aplicados ao questionário

Para a realização desta pesquisa de doutorado, além das investigações bibliográficas e documentais apresentadas no decorrer dos capítulos anteriores, foi elaborado um questionário eletrônico com 16 perguntas, em formato de múltipla escolha (podendo escolher apenas uma opção), caixa de seleção (podendo escolher mais de uma opção) e questões abertas, nas quais o deficiente visual poderia expressar livremente sua resposta.

O formulário foi elaborado on-line por intermédio da ferramenta Google Forms e o *link* foi divulgado em grupos do Facebook destinados a PcDs, dando prioridade aos grupos voltados para pessoas com deficiência visual. A escolha desses grupos no Facebook teve como critério a preferência aos que tivessem o maior número de membros para que a pesquisa pudesse atingir um maior número possível de pessoas com deficiência visual. O Quadro 9 demonstra os grupos escolhidos e o número de membros com base no mês de janeiro de 2021.

Quadro 9 – Grupos do Facebook em que foi disponibilizado o questionário de avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em *shopping centers*

Nome do Grupo	Número de Membros
Pessoas com deficiência	22 mil
Deficiência e Notícias	15 mil
Direito das Pessoas com Deficiência	11 mil
Deficiência não é doença	10 mil
Deficiência Visual e Tecnologia	4,1 mil
somos deficientes visuais	3,7 mil
Os Cegos e a Tecnologia	3,5 mil
Baixa Visão	2,6 mil
Portal da Deficiência Visual	2,2 mil

Deficiência em Foco	2 mil
Grupo de Apoio e Orientação às Pessoas com Deficiência	1,7 mil
Pessoa com Deficiência	1,4 mil
(D)eficiência 100 limites	1,1 mil
Pessoas com Deficiência do Interior de SP	1 mil
Sou deficiente Visual	500
SDV BRASIL (SOMOS DEFICIENTES VISUAIS)	450

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Facebook (2021).

As perguntas indagavam sobre o perfil básico das pessoas com deficiência visual para que pudéssemos caracterizar os respondentes e elencar quais são os desafios de acessibilidade e inclusão desse público nas dependências de um *shopping center*, em especial no que se relaciona a localização e a locomoção e objetivando verificar como as tecnologias, incluindo as possibilidades do uso de dispositivos e aplicativos, podem auxiliar para diminuir as desigualdades, em especial no que se refere à independência e à mobilidade, que afetam essa parcela social.

Por hipótese, esperava-se que a questão da falta de acessibilidade aparecesse com frequência nas respostas, acentuando, assim, a demanda por melhorias para que o deficiente visual pudesse se locomover e se localizar no ambiente de um *shopping center*, por exemplo. Mas, observou-se, nas análises, que outras sugestões apareceram e enfatizaram a importância da pesquisa de campo, que amplia o olhar e permite, através do uso da tecnologia, propor soluções que vão ao encontro das demandas reais desse público.

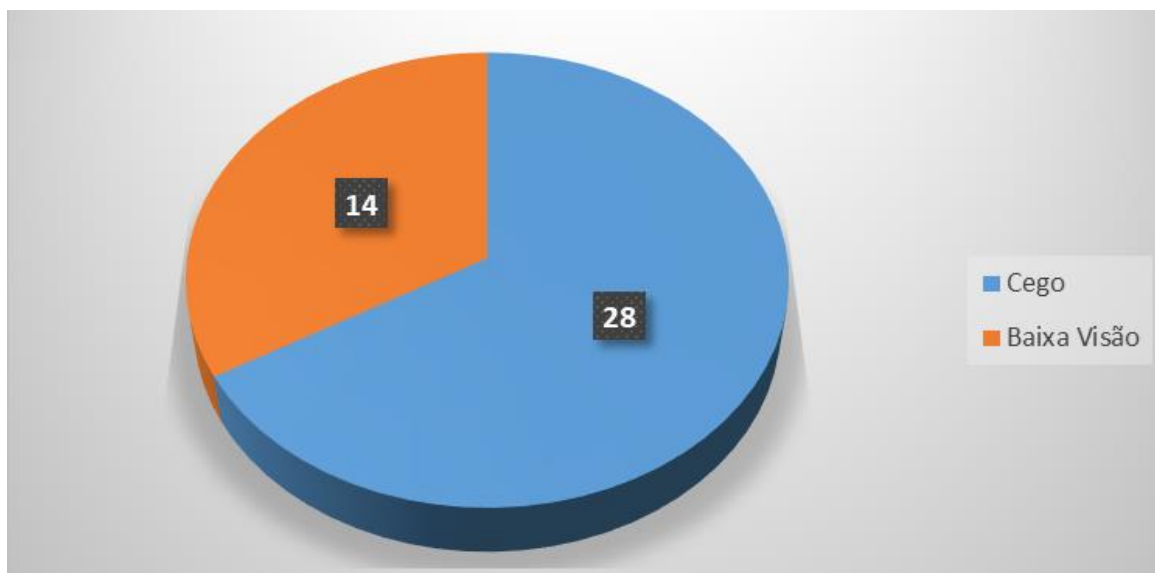
O questionário (Apêndice 1) permaneceu à disposição dos respondentes entre os dias 01 a 28 de fevereiro de 2021. Participaram da pesquisa 42 pessoas. Vale ressaltar que a pesquisa foi aplicada em um período muito intenso da Pandemia de Covid-19, em que a autoestima das pessoas estava muito abalada devido aos efeitos pandêmicos e isso pode ter influenciado diretamente no número de respondentes da pesquisa.

É importante assinalar que o objetivo central desse instrumento de pesquisa não foi a quantificação dos participantes, tampouco a busca de um perfil específico, tendo em vista que a investigação foi estendida a pessoas cegas ou com baixa visão e os respondentes poderiam finalizar a pesquisa a qualquer momento, não havendo obrigatoriedade de responder a todas as perguntas.

Dessa forma, essa etapa se preocupou em gerar resultados qualitativos e não definitivos. Buscou-se coletar os principais apontamentos e necessidades das pessoas com deficiência visual no intuito de proporcionar uma maior autonomia a esse grupo. Igualmente, pretendeu-se atender ao objetivo central da tese, que é o de demonstrar como as tecnologias, mais especificamente as digitais, podem auxiliar no processo de acessibilidade, ampliando a independência na realização de atividades cotidianas e, como consequência, expandindo a inclusão de pessoas com deficiência visual.

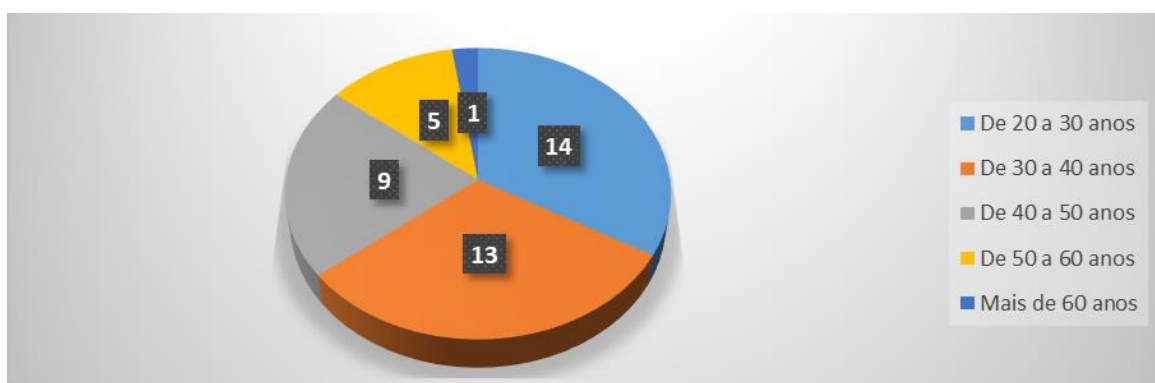
5.2 Identificação do público participante da pesquisa

A pesquisa para avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em *shopping centers* foi estendida para pessoas com dificuldades de enxergar (baixa visão) e/ou totalmente cegas. Do total de participantes, 28 pessoas eram totalmente cegas e 14 pessoas possuíam baixa visão, conforme se verifica no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Tipos de deficiência visual

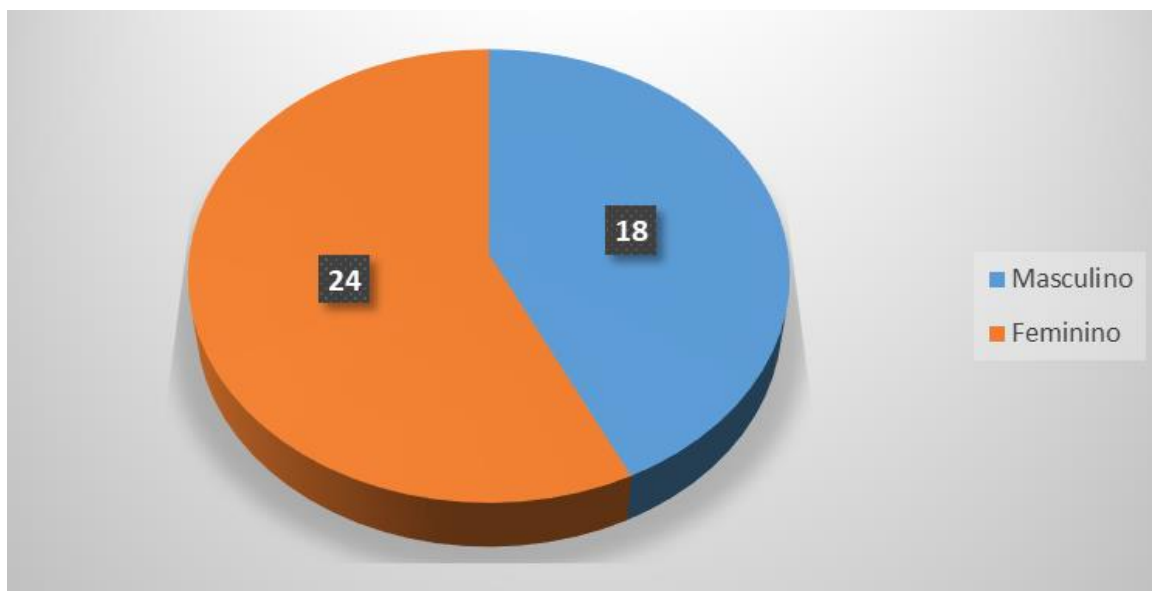
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A faixa etária dos participantes oscilou bastante, porém a maior parte se concentrou na faixa etária de 20 a 30 anos (14 pessoas) e de 30 a 40 anos (13 pessoas), conforme é possível identificar no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Faixa etária dos respondentes da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como citado anteriormente, 42 pessoas se disponibilizaram a responder a este questionário para avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em *shopping centers*. Desse total, 24 são do sexo feminino e 18 são do sexo masculino, conforme é possível identificar no Gráfico 10.

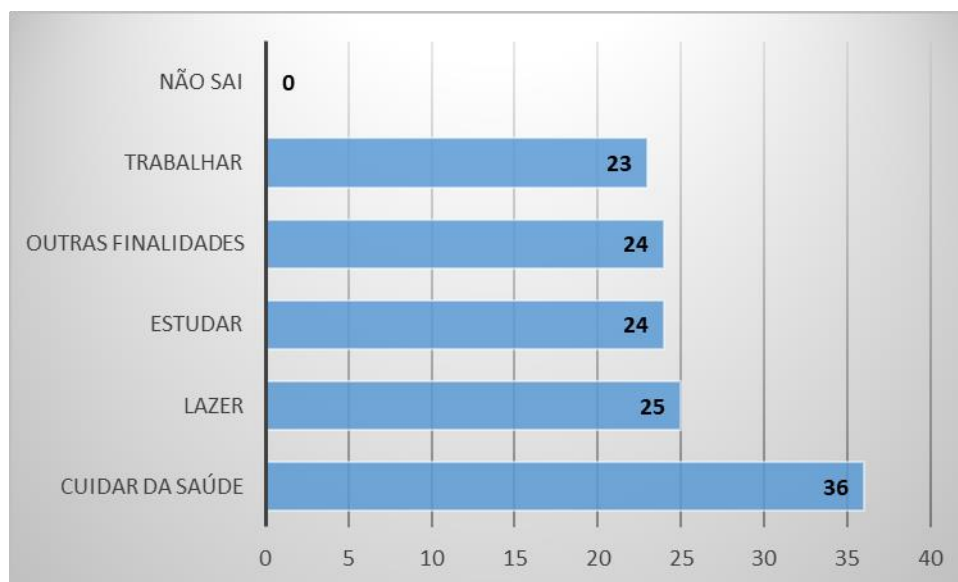
Gráfico 10 – Distribuição dos respondentes da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

5.3 Análise dos resultados da pesquisa

Com o intuito de preservar a identidade dos participantes, no decorrer da análise dos resultados, principalmente nas questões abertas, nas quais o deficiente visual pode expressar livremente sua resposta, utilizamos siglas para identificar os respondentes. Assim, foi empregada a nomenclatura Pessoa (P), acompanhada da sequência numérica dos participantes (P1, P2, ... P42).

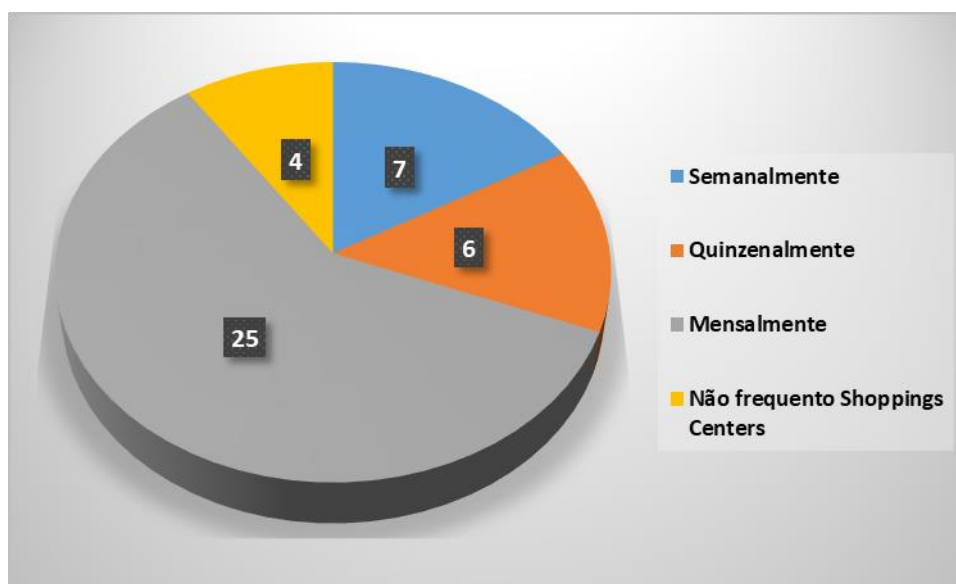
Questionados em relação ao principal motivo pelo qual saem de casa, os respondentes, em sua maioria (36 pessoas), apontaram que os cuidados com a saúde representam a principal motivação para se deslocarem de suas residências, seguidos das atividades de lazer, opção indicada por 25 respondentes da pesquisa, conforme aponta o Gráfico 11.

Gráfico 11 – Principal motivo de saída da residência

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O questionamento a seguir teve como objetivo avaliar com qual frequência as pessoas com deficiência visual vão aos *shopping centers*.

Foi possível notar, conforme se vê no Gráfico 12, que a grande maioria dos respondentes, 25 pessoas, tem o hábito de visitar um *shopping center* mensalmente.

Gráfico 12 – Frequência em que os deficientes visuais vão aos *shopping centers*

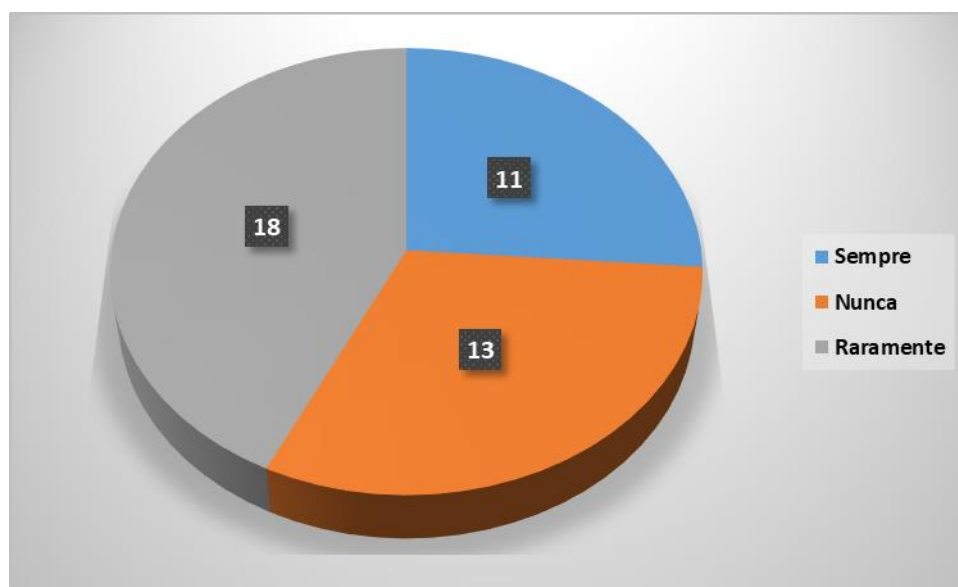
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A seguir, o foco foi direcionado para a questão da acessibilidade. A primeira pergunta buscou saber se o ambiente do *shopping center* está preparado para receber uma pessoa com deficiência visual.

Sistematizando as respostas, observou-se que nenhum dos participantes considerou que os espaços dos *shopping centers* estão preparados e/ou adequados no que se refere à questão de acessibilidade, gerando assim uma unanimidade e demonstrando que inúmeras melhorias são necessárias para que esse ambiente se torne inclusivo e acessível a esse segmento da população.

Já em outro questionamento, relacionado ao hábito de pesquisar com antecedência se o local o qual irá visitar possui acessibilidade (Gráfico 13), as pessoas com deficiência visual demonstraram que essa não é uma prática muito comum, pois apenas 11 pessoas disseram que realizam pesquisa sobre a questão da acessibilidade nos locais.

Gráfico 13 – Interesse na pesquisa sobre a acessibilidade no local antes de se deslocar até o mesmo



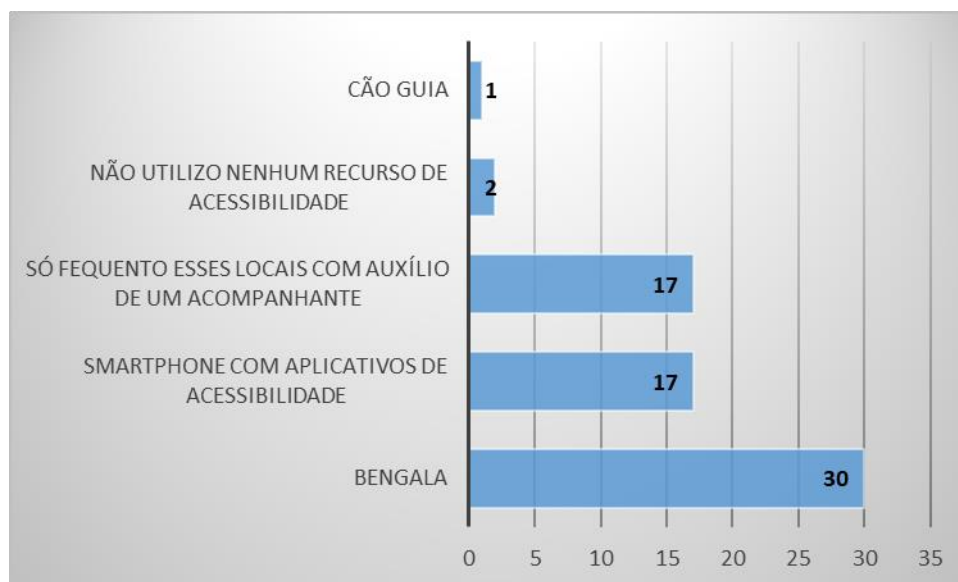
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em relação aos recursos de acessibilidade que as pessoas com deficiência visual utilizam ao sair de casa, essa pergunta possibilitou aos respondentes a escolha de mais de uma opção. Os resultados disponibilizados no Gráfico 14 apontam que a bengala é o item mais utilizado, sendo mencionada por 30 respondentes, seguido pelo *smartphone* com aplicativos de

acessibilidade, com 17 respostas, empatado com a “presença de um acompanhante”.

Analisando as respostas, é possível observar que tanto a bengala como o *smartphone* e o acompanhante são recursos muito utilizados. Assim, esses resultados auxiliaram o presente estudo na justificativa da etapa de elaboração da Prova de Conceito (PoC). Neste sentido, dois pontos são importantes de serem assinalados, considerando que a proposta da PoC objetivou oferecer a esse público mais independência para frequentar os *shopping centers* e outros locais. Em primeiro lugar, tanto o *smartphone* como a bengala podem ser canais importantes para ampliar a auto independência de locomoção. Em segundo lugar, fica evidente que a proposta contida na PoC poderá atender, de forma mais estendida, à outra parcela que tem no “auxílio de um acompanhante” a sua opção.

Gráfico 14 – Recursos de acessibilidade utilizados ao sair de casa

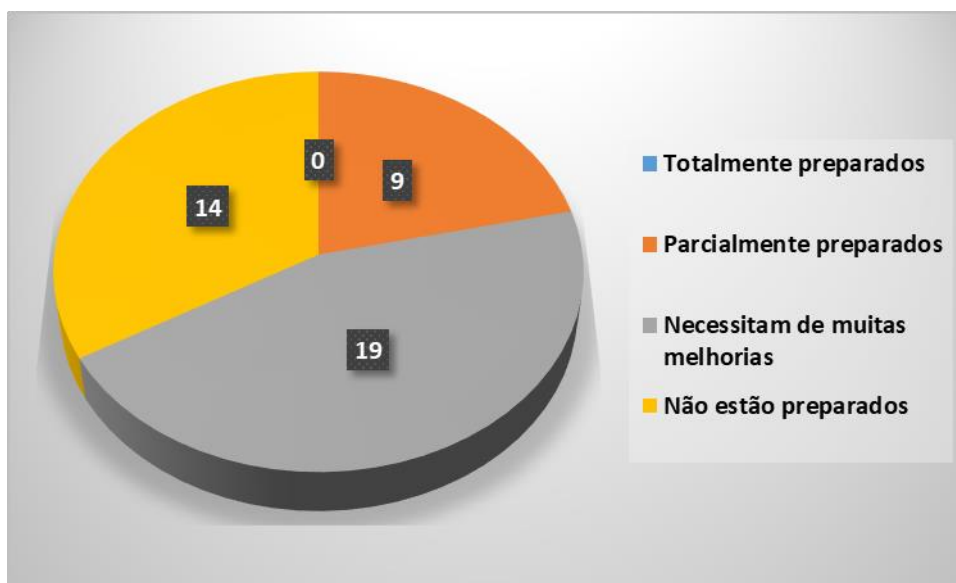


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota-se, analisando os resultados obtidos da pesquisa, que ainda há muitas melhorias necessárias em relação à questão da acessibilidade, prova disso é que nenhum respondente considerou o ambiente de um *shopping center* totalmente acessível: 33 pessoas avaliaram que o espaço não está preparado ou

necessita de muitas melhorias no que se refere à questão de acessibilidade e inclusão, conforme aponta o Gráfico 15.

Gráfico 15 – Shopping Centers X Acessibilidade

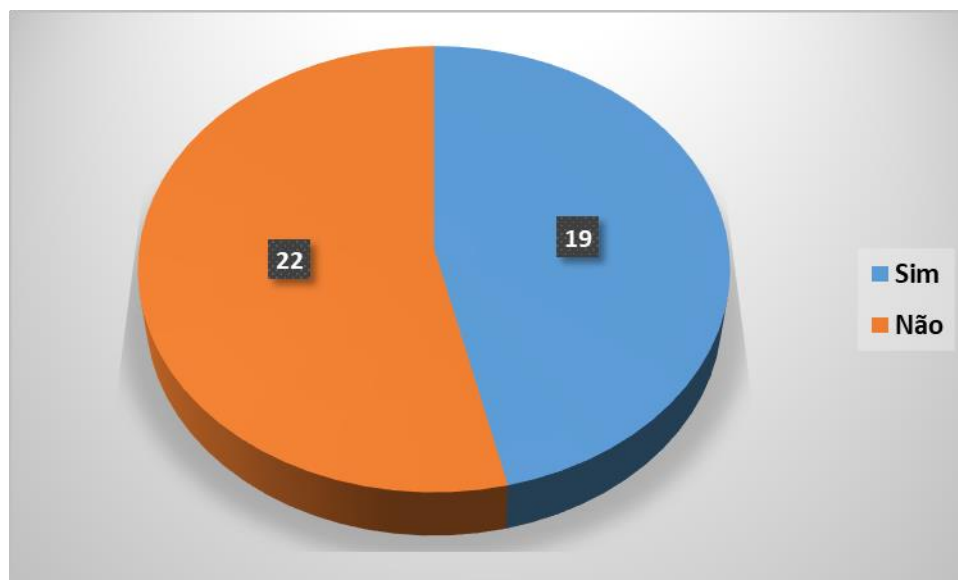


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Analisando, ainda, a questão da acessibilidade, perguntou-se aos deficientes visuais se a falta de acessibilidade é um impeditivo para que essas pessoas frequentem os *shopping centers*.

Os resultados do Gráfico 16 apontaram que 19 pessoas participantes da pesquisa já deixaram de frequentar um *shopping center* por ser inacessível, demonstrando que a acessibilidade é um fator importante para esse público. Além disso, o resultado reafirma a problemática da exclusão e do não direito de ir e vir.

Gráfico 16 – Deficientes visuais que deixaram de frequentar *shopping centers* por falta de acessibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

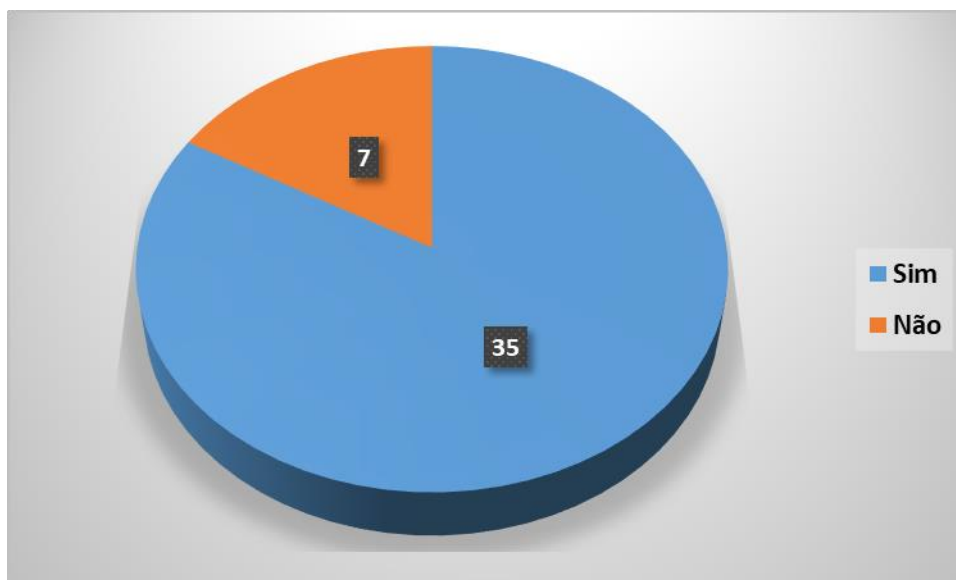
Outro ponto contido nas respostas do grupo fez menção aos aplicativos. O item a seguir disponibiliza as questões que foram elencadas pelos respondentes.

5.4 A tecnologia digital como ferramenta de inclusão

Conforme se observou durante a revisão bibliográfica e documental, há uma infinidade de aplicativos (*apps*) disponíveis para que o deficiente visual possa utilizar em seu *smartphone*, buscando obter uma maior autonomia em atividades cotidianas.

Partindo então para uma análise sobre a utilização de *smartphone* com *app* de acessibilidade, os participantes da pesquisa foram questionados sobre o uso desses aplicativos. A grande maioria, 35 pessoas, utiliza algum tipo de *app* em seu aparelho celular visando obter maior acessibilidade e inclusão, conforme aponta o Gráfico 17.

Gráfico 17 – Deficientes visuais que utilizam *smartphone* com aplicativos de acessibilidade



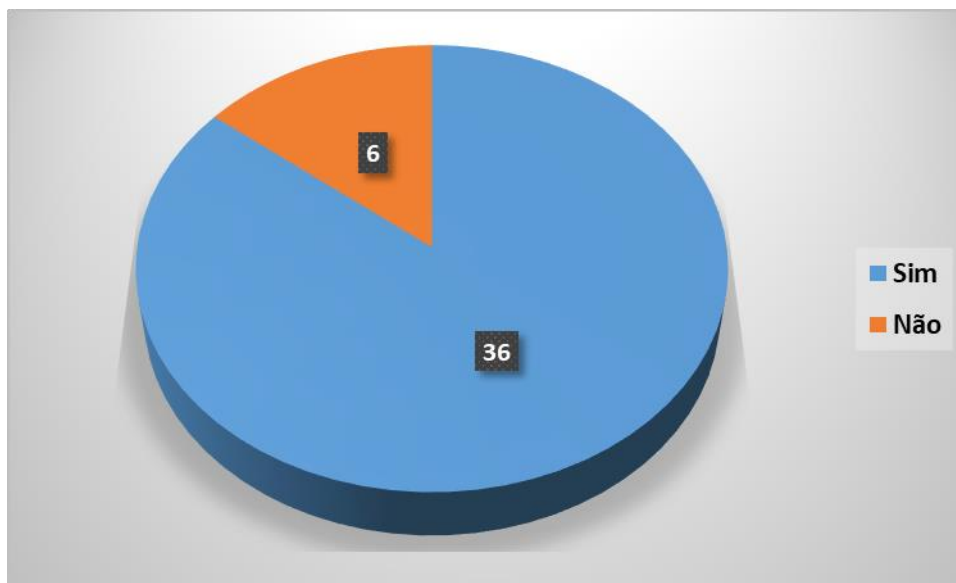
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dando continuidade a essa questão da utilização dos *apps*, os deficientes visuais foram questionados se usariam um aplicativo de acessibilidade que lhes ajudassem a se localizar dentro de um *shopping center*.

Mais uma vez, a grande maioria, conforme aponta o Gráfico 18, respondeu que utilizaria um aplicativo gratuito de acessibilidade para auxiliar no processo de locomoção e localização nas dependências de um *shopping center*.

Este resultado reforça, mais uma vez, a utilidade que esse recurso tecnológico pode oferecer visando à inclusão das pessoas com deficiência visual.

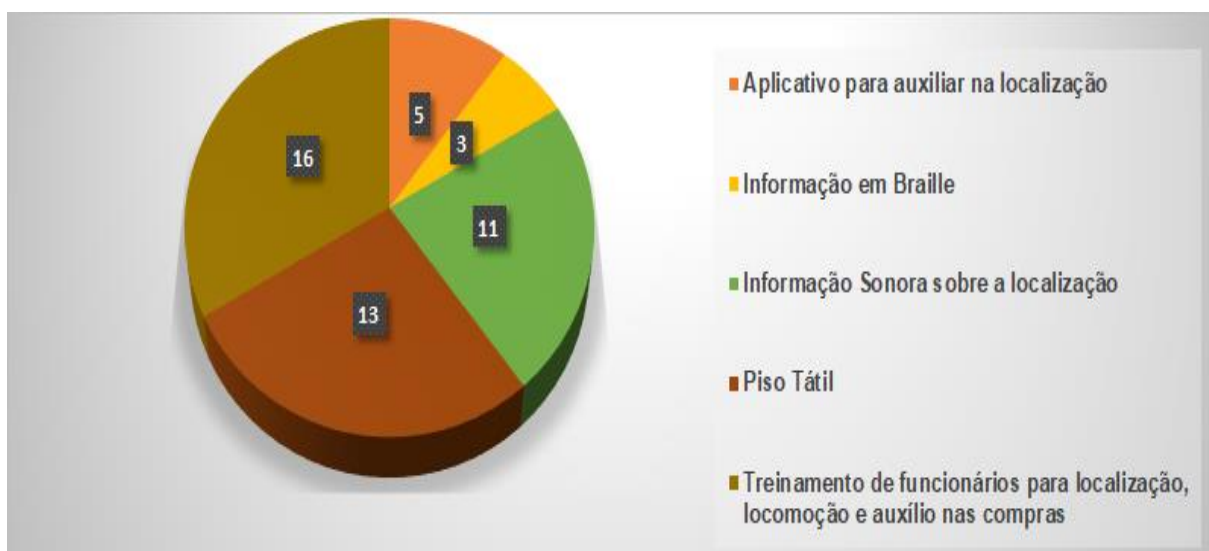
Gráfico 18 – Deficientes visuais que utilizariam um aplicativo gratuito de acessibilidade que lhes ajudasse a se localizar dentro de um *shopping center*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

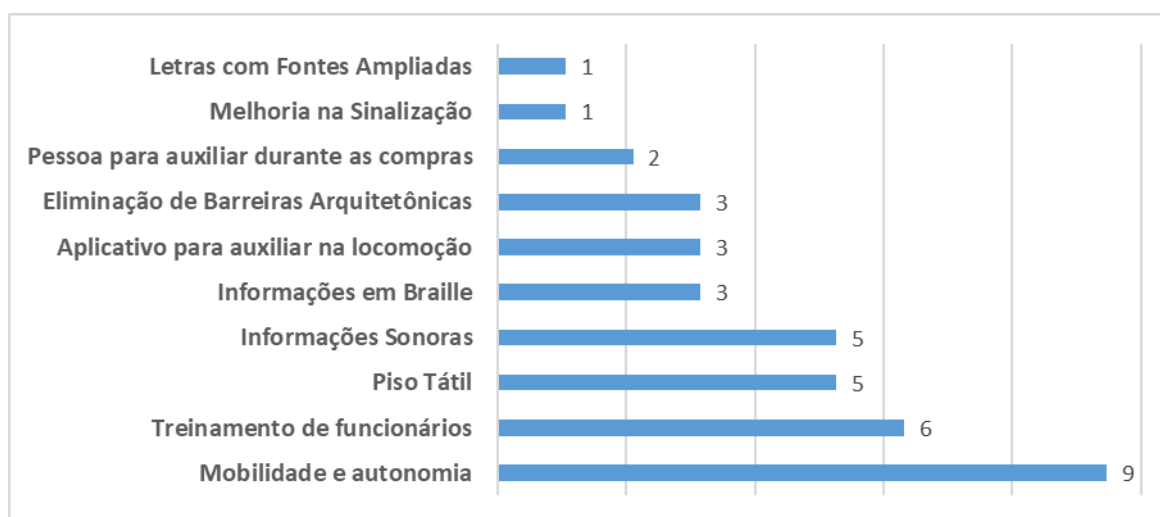
Utilizando duas perguntas abertas, nas quais os deficientes visuais puderam expressar livremente suas respostas, os participantes foram questionados sobre quais seriam as melhorias necessárias para tornar os *shopping centers* acessíveis. Na análise, foram encontradas respostas variadas, agrupadas de acordo com os termos apresentados, criando algumas categorias, objetivando juntar as similaridades, conforme demonstrado nos Gráficos 19 e 20.

Gráfico 19 – Melhorias necessárias para tornar os *shopping centers* acessíveis



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 20 – Aspectos mais importantes para a acessibilidade do deficiente visual em um *shopping center*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É possível observar que temas como mobilidade e autonomia foram os mais citados pelo grupo.

Um ponto interessante nas afirmações dos respondentes, e que chamou a atenção pela recorrente incidência, tratou da necessidade de treinamento para funcionários dos *shopping centers*. Segundo relatos apresentados na pesquisa,

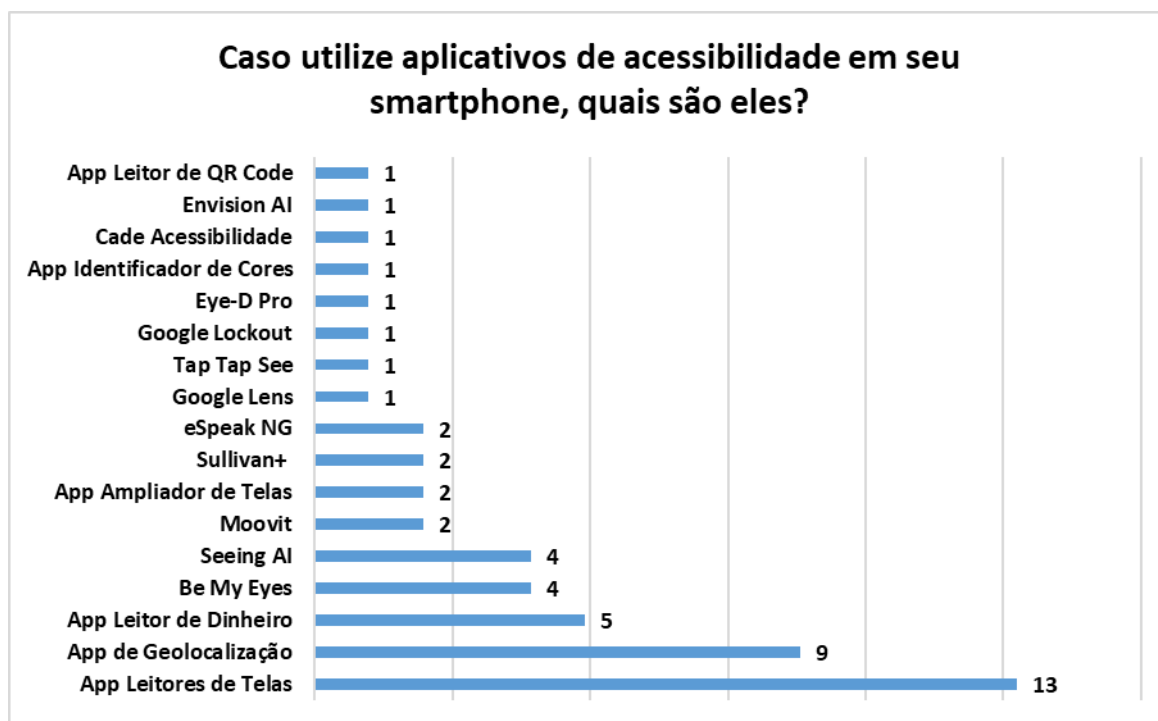
há um profundo despreparo dos funcionários para lidar com esse público, desde os vigilantes até mesmo os atendentes das lojas.

Outro fator apontando foi a necessidade de expansão na instalação de piso tátil, no interior dos *shopping centers*. De acordo com os respondentes, existe a necessidade da instalação desses recursos de acessibilidade em toda a extensão do *shopping* e não apenas na entrada e em alguns locais, como é possível encontrar nesses espaços.

Caminhando na análise sobre a utilização de *softwares* e *apps* em seus *smartphones*, os deficientes visuais foram questionados sobre quais eram os aplicativos que mais utilizavam em seu cotidiano.

De acordo com as respostas, é possível notar que os *softwares* leitores de tela são os mais utilizados pelos deficientes visuais, seguidos dos aplicativos de geolocalização, conforme é possível verificar no Gráfico 21.

Gráfico 21 – Uso de aplicativos de acessibilidade no *smartphone*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com o intuito de conhecer melhor as necessidades de um aplicativo destinado a pessoas com deficiência visual, os participantes foram questionados sobre quais características ou funções esse aplicativo necessitaria ter para

realmente oferecer acessibilidade. Por meio da análise das respostas, foi possível selecionar algumas sugestões para utilização nas etapas de desenvolvimento da tese, e em especial da PoC, objetivando atender mais plenamente às demandas do grupo. Os retornos estão sistematizados no Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 – Quais características ou funções você considera importante para que esse aplicativo realmente oferecesse acessibilidade?

Pessoa (P)	Características e Funções Importantes
P1	Descrição do local onde nos encontramos.
P2	Sensor de aproximação para pessoas e objetos e recursos de voz.
P3	Recurso de voz, <i>design</i> simples e localização atualizada das lojas e restaurantes.
P4	Apresentar um mapa do ambiente que funcionasse como uma espécie de guia. Ou algo que pudesse utilizar a câmera do celular para identificar informações escritas. <i>App</i> fácil de utilizar e que não gerasse interferências com o leitor de telas.
P5	Seria interessante se ele nos falasse qual era a loja que estamos passando na frente.
P8	Informar ao deficiente visual tudo aquilo que uma pessoa vê. Não é somente localizar a pessoa com deficiência visual dentro do ambiente, mas oferecer a ela a oportunidade de saber o que aquela loja oferece. Saber os serviços que o <i>shopping</i> oferece. Estabelecer um canal de comunicação entre usuário do aplicativo e o <i>shopping</i> .
P12	Que tenhamos uma orientação segura e acessível dentro do <i>shopping</i> .
P13	Todas, ajuda na leitura, na escrita, no áudio, na localização, no reconhecimento de rostos, ampliação de textos e leituras. Um <i>app</i> parecido com a <i>orcam my eyes2</i> para telemóveis.
P15	Que facilitasse o deslocamento, avisasse algum funcionário a

	chegada de um deficiente.
P16	Disponível para iOS ou Android e necessita atender a norma de padrões de acessibilidades existentes.
P20	Ele precisa ser funcional, objetivo, que permita diversas configurações, como por exemplo: aumento de volume ou buscas. Ele precisa ser um aplicativo leve, que não use muito a memória do celular. Que esteja disponível nas plataformas: Android e iOS.
P21	Esse aplicativo tem que fornecer a posição exata que me encontro dentro de um <i>shopping</i> . Por exemplo, corredor em que estou e as lojas nas proximidades. Assim como todas informações necessárias para que eu possa ter independência dentro do <i>shopping</i> .
P22	A descrição dos locais por onde você está passando.
P23	Acessibilidade sonora.
P24	Mapeamento detalhado dos <i>shoppings</i> , podendo principalmente nos ajudar a chegarmos nos estabelecimentos certos, como um mapa acessível nas ruas. Precisamos ter total autonomia para encontrarmos uma determinada loja, supermercado, farmácia, levando em consideração qual a coordenada geográfica dentro do <i>shopping</i> , onde ele exatamente localiza-se. Com o tempo outras melhorias podem ser pensadas.
P26	Que estivesse disponível além das lojas de aplicativos, que fosse disponibilizado em totens de autoajuda e localização dentro das dependências do <i>shopping</i> .
P28	Feedback em tempo real.
P29	Localização de lojas, banheiros, praça de alimentação e outros serviços. Informações sobre os produtos vendidos nas lojas, principalmente promoções. Dividir lojas por categorias para que a pessoa possa procurar alas com autonomia. Contato com seguranças caso haja necessidade desse serviço no <i>shopping</i> .
P30	Indicação de onde encontrar as lojas, restaurantes, com indicação de para onde estão indo os corredores, pois devido ser em um espaço muito amplo sempre me perco.
P32	Orientação por voz.

P33	Acredito que ele tenha que descrever o ambiente, coisas pela frente, etc.
P35	Ampliação de tela, que ele diga em qual andar fica localizado a loja.
P36	Ampliação adequada e contraste adequado para pessoas com baixa visão e leitura acessível de todos os ícones com uso de leitor de tela para cegos. Trabalho na área e posso ajudar caso necessário. Sou cego também.
P37	Nos localizar em relação as lojas que estamos passando perto.
P38	Localização obstáculos etc. Eu tenho dificuldade pois fiquei cega.
P39	Falasse onde estou andando, o que estou fazendo, os números para senha também deveriam ser falados.
P41	Ser compatível com os assistentes de voz na parte de acessibilidade dos celulares. Não precisar de muitos comandos para agilizar seu uso.
P42	Fácil manipulação e em caso de ser um aplicativo que necessite do uso da câmera do aparelho celular que seja de fácil reconhecimento das imagens não exigindo foco perfeito para o bom reconhecimento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A questão “localização” foi a função mais sugerida para o aplicativo, considerando o imperativo de oferecer acessibilidade em um *shopping center*, de acordo com os respondentes (P3, P21, P26, P29, P30, P37 e P38). Por ser um espaço muito amplo, os participantes elencaram a necessidade de recursos que possibilitassem a localização do deficiente visual, como por exemplo: o corredor em que ele se encontra e quais lojas estão na proximidade, localização de restaurantes, banheiros, praça de alimentação e outros serviços, além de informar eventuais obstáculos que possam existir no caminho.

A “descrição” do local em que se encontra o deficiente visual “com maior riqueza de detalhes” também foi um tópico muito citado pelos participantes (P1,

P8, P22, P33). Segundo relatos dos respondentes, é necessário informar tudo aquilo que uma pessoa sem deficiência vê no ambiente.

Outra solução apontada por eles foi a utilização de recursos de voz no aplicativo (P2, P3, P5, P23, P32 e P39). Para os respondentes, seria interessante que o *app* informasse qual é o local em frente ao qual o deficiente estaria passando. Porém, vale ressaltar que os recursos de voz não podem conflitar com o *software* leitor de telas, o qual o deficiente visual já utiliza em seu *smartphone*, conforme aponta o participante P41.

Outra consideração interessante levantada nessa questão da pesquisa diz respeito à possibilidade de uso de uma espécie de mapa do ambiente (mapa tátil) com o intuito de servir como uma espécie de guia de localização, conforme relataram os participantes P4 e P24. Já o respondente P2 sugere a utilização de sensores de aproximação para auxiliar os deficientes visuais no processo de locomoção nos *shopping centers*.

A questão da compatibilidade com todas as plataformas, nos sistemas Android e iOS, foi citada pelos respondentes P16 e P20, para que a solução possa atender a todos os deficientes visuais que utilizem *smartphones*, independentemente do sistema operacional.

Por fim, os deficientes visuais com baixa visão P35 e P36 indicaram a necessidade do aplicativo dispor dos recursos de ampliação de tela e contraste adequado.

Na última questão, os respondentes tiveram a oportunidade de se expressarem livremente e puderam fazer diversas considerações sobre a questão das tecnologias digitais para a inclusão de pessoas com deficiência visual. As respostas estão disponibilizadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Observações sobre a questão do uso de tecnologias digitais para inclusão de pessoas com deficiência visual

Pessoa (P)	Observações ¹⁰
P1	Aplicativos com menos quantidades de metas que ocupem espaço no celular, é que tivesse tudo incluso como, por exemplo: leitor de cédulas leitor de fotos coisas que <i>talkback</i> não faz a não ser que você baixe algo específico para cada item descritivo.
P5	Um aplicativo bom para deficiente visual é um aplicativo objetivo que vai direto ao foco dele mesmo. Que não fique o sintetizador de voz falando muito repetindo a mesma coisa. E é sempre bom pedir um auxílio de um deficiente visual antes de finalizar um aplicativo voltado ao mesmo.
P8	Desenvolver o aplicativo 100% acessível. O maior erro que se vê hoje é desenvolver algo que não é acessível para as pessoas com deficiência. É o que chamamos de acessáveis e não acessível. Ao desenvolver o aplicativo convide pessoas que confrontem a sua opinião, que digam que o que você está fazendo não está bom, que desafio você a entender como uma pessoa cega ver o mundo. Não se contente com sim isso está bom. E boa sorte, obrigado por disponibilizar o questionário.
P13	São uma grande ajuda, mas têm um pequeno senão, muitas vezes são bastante caras e assim não chegam a carteira de todos os que precisam delas. Deviam ser "dadas" pelo estado/governo independentemente dos rendimentos de cada um ou família, são um bem maior.
P21	O desenvolvedor tem que pensar sempre em todos os públicos que irão utilizar essa tecnologia. Existem usuários com muita facilidade e experiência no uso de tecnologias acessíveis assim como existem outros que tem muita dificuldade. Portanto é muito importante ter a medida certa do aplicativo para torná-lo não só acessível, mas de boa usabilidade.
P23	Num mundo cada vez mais digital, é imprescindível a acessibilidade para pessoas com deficiências visuais. Existem alguns <i>sites</i> ainda impossíveis de acessar por falta de acessibilidade. Achei muito legal essa ideia de aplicativo com acessibilidade para locomoção em <i>shoppings</i> .
P29	Atualmente a tecnologia nos possibilita inúmeras possibilidades de inclusão digital, principalmente rompendo barreiras nas comunicações, na informação, dentre outros.
P30	Acho extremamente importante a inclusão digital para deficientes visuais, minha Vida tomar um novo rumo a partir do momento que deixei de ser dependente tecnologicamente dos meus familiares. Só acho que alguns produtos e aplicativos que não são gratuitos, são extremamente caros no nosso país.
P35	Que os aplicativos tenham a função de ampliação pois a maioria não possui esta funcionalidade.
P36	Fundamental a participação das pessoas com deficiência em todo o processo e não apenas na pesquisa inicial.
P38	Eu tenho dificuldade, pois fiquei cega há 2 anos sempre enxerguei para nós, deficientes visuais, a tecnologia é fundamental para que possamos continuar exercendo atividades básicas em nosso dia a dia. Afinal, não é sempre que dispomos de um olho amigo e a possibilidade de termos

¹⁰ Os textos deste quadro foram mantidos na forma original, conforme escrito pelos participantes da pesquisa.

	autonomia ao realizarmos tarefa simples nos encoraja a seguir, mas para desafios maiores. Agradeço imensamente a todos que se preocupam e dedicam em desenvolver aplicativos nesse sentido.
P42	A tecnologia assistiva é um recurso muito importante para os deficientes visuais, que precisam ser mais difundidas, para que mais pessoas possam ter acesso.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nota-se no relato dos deficientes visuais P29, P38 e P42 a importância da tecnologia digital e dos aplicativos para *smartphones* no processo de inclusão e autonomia, rompendo barreiras e auxiliando na execução de diversas tarefas cotidianas.

Porém, o aplicativo necessita ser totalmente acessível para a pessoa com deficiência visual e não “acessável” conforme aponta o respondente P8. Para ele, é necessário também levar em conta que esse aplicativo será utilizado por pessoas com diferentes níveis de experiência e de facilidade de uso. Desta forma, esse recurso tecnológico precisa de boa usabilidade, cita o respondente P21, ou seja, que atinja com facilidade o objetivo proposto e que não confronte com outros recursos de acessibilidade existentes no *smartphone*, como descrevem os participantes da pesquisa P1 e P5.

Para que a elaboração de um aplicativo seja acessível é de vital importância a participação de pessoas com deficiência visual em todo o processo de criação da solução tecnológica, necessidade apontada pelos deficientes visuais P8 e P36.

Por fim, e não menos importante, há a necessidade desses aplicativos de acessibilidade serem oferecidos de maneira gratuita ou, pelo menos, serem subsidiados pelo governo. Como citam os participantes do questionário P13 e P30, esse argumento é importante para que todas as pessoas possam ter acesso a essas tecnologias digitais e assim conseguirem atingir uma maior autonomia nas suas atividades cotidianas. Igualmente, é preciso considerar que muitos aplicativos, infelizmente, são comercializados e possuem um custo alto para essa população, que sem algum tipo de subsídio, como já demonstrado, tornam-se inacessíveis para uma parcela considerável dos deficientes visuais.

5.5 Considerações sobre os resultados da pesquisa

É importante salientar que a revisão teórica e o questionário ofereceram elementos suficientes para o desenvolvimento da PoC.

Conforme foi apurado no levantamento bibliográfico e documental, reforçado pelos resultados coletados na pesquisa, a acessibilidade é um fator preponderante para os deficientes visuais. Porém, é ainda muito precária em ambientes *indoor*, como é o caso dos *shopping centers*.

O grupo participante relatou inúmeras dificuldades cotidianas e ofereceu diversas sugestões. Sem dúvidas, se locomover e se localizar em um local desconhecido são aspectos importantes a serem considerados. Quando se considera a perspectiva em ambientes *indoor*, tais dificuldades tornam-se mais acentuadas, conforme aponta Radaelli (2015):

Pode não parecer, mas aprender a se orientar na rua é mais fácil do que aprender a andar dentro de um *shopping* ou universidade sozinho. Isso se dá porque as ruas seguem uma espécie de padrão que tem como guardar na cabeça. É fácil saber quando se chega em uma esquina pelo barulho dos carros que se movimentam do meu lado. É razoavelmente fácil saber quando chegamos na rua, pelo piso ser diferente e por causa do meio fio. Deste modo o mapa mental é cheio de detalhes táteis e sonoros que me permite saber em que rua estou, para onde posso ir e como posso ir. Isso não acontece em um *shopping* ou um hotel, porque as coisas são muito iguais. O piso é sempre igual, os sinais sonoros são mínimos, e para piorar, sempre tem vários corredores abertos e bem espaçosos que a desorientação está a só um passo de distância. (RADAELLI, 2015, *web*).

Assim, é possível imaginar a dificuldade de uma pessoa com deficiência visual para localizar um banheiro ou uma praça de alimentação, pois a informação visual é a base tradicional de orientação e localização. Conforme aponta Fernandes (2010, p. 03), “[...] pessoas com deficiência visual enfrentam grandes desafios uma vez que não têm à sua disposição informações acerca do ambiente que os rodeia”.

Analisando os resultados da pesquisa, foi possível constatar que os deficientes visuais estão insatisfeitos com a questão de mobilidade em ambientes *indoor*. Prova disso está contida na solicitação sobre a necessidade da instalação de piso tátil, apontado por eles como um item de vital importância para que possam dispor de um ambiente mais inclusivo.

Assim, somente depois de solucionados os vários problemas apontados nas análises resultantes da pesquisa, em sua totalidade ou de forma gradativa, é que a tecnologia poderá exercer seu papel de auxiliar no processo de inclusão de uma pessoa com deficiência visual. Uma prova disso é a utilização de aplicativos em *smartphone* para auxiliar no processo de locomoção, fato que foi citado pelos deficientes visuais, porém não como prioridade essencial. Isso pode ser explicado pela existência de outras problemáticas atreladas à questão da mobilidade que necessitam ser solucionadas. Somente assim, os aplicativos poderão ser realmente úteis no processo de locomoção e de acessibilidade das pessoas com deficiência visual.

Analisando os materiais coletados e com base nos apontamentos feitos pelos deficientes visuais no questionário on-line, foi proposta, no capítulo 6, a elaboração de uma Prova de Conceito de uma tecnologia assistiva.

A criação consiste em uma bengala eletrônica, com sensor ultrassônico e leitor de etiquetas RFID, que irá interagir com um aplicativo no *smartphone*, objetivando auxiliar na locomoção e na localização de pessoas cegas ou de baixa visão no ambiente *indoor* de um *shopping center*.

6 ELABORAÇÃO DE UMA PROVA DE CONCEITO (POC)

Após um levantamento bibliográfico e documental realizado sobre trabalhos correlatos, verificou-se que vários autores já iniciaram estudos com o intuito de desenvolver tecnologias que possam auxiliar a locomoção e localização de deficientes visuais em ambientes *indoors*, conforme apontado a seguir.

Quadro 12 – Relação de artigos acadêmicos relacionados à Prova de Conceito a ser realizada

Produção	Autoria	Objetivo	Ano
Desenvolvimento de uma bengala automatizada utilizando Arduino para deficientes visuais	Lima, F. P. A. Souza, S. S. F.; Volkmer, M.; Costa, R. C.;	Desenvolvimento de uma bengala automatizada com base no Arduino que identifica obstáculos em um raio de 2 metros e emite um alerta auditivo para o deficiente visual.	2020
Sistema de auxílio à locomoção de deficientes visuais via aplicativo e <i>beacons</i>	Flores, D.M.F.; Lisboa, D.E. D.; Barbosa, Y. S.; Costa, M.	Desenvolvimento de um sistema para facilitar a locomoção de deficientes visuais, utilizando sinais emitidos por dispositivos <i>beacons</i> , posicionados estrategicamente em um local fechado previamente mapeado.	2019
Sistema de detecção e marcação de pontos de obstáculos como auxílio a pessoas com deficiência visual	De Barros, C. A. N.	Desenvolvimento de um protótipo por intermédio do microcontrolador ESP32 e 4 sensores ultrassônicos.	2018
Sistemas de navegação <i>indoor</i> e sistema de compras para pessoas com deficiência visual: potenciais no uso em supermercado	De Oliveira, T.A. B.; Dos Santos, F.A. N. V.; Cinelli, M. J.	Análise do uso de tecnologias de navegação <i>indoor</i> e identificação de objetos para utilização no contexto do supermercado a fim de permitir que pessoas com deficiência visual pudessem realizar compras de forma autônoma e segura.	2017
Mobilidade de pessoas com deficiência visual em	Roque, A. S.;	Concepção de uma solução para auxiliar a navegação <i>indoor</i> para	2017

ambientes <i>indoor</i> apoiada por dispositivos móveis e sistema RFID	Da Silva, D. R.; Santos, C. P.; Wohfahrt, E. A.; Britz, R. P.	deficientes visuais, que faz uso das tecnologias de RFID e dispositivos móveis para oferecer formas alternativas de mobilidade e locomoção para pessoas cegas em ambientes <i>indoor</i> .	
Desenvolvimento de uma Bengala Eletrônica para deficientes visuais	Pereira Júnior, A. E; Dias, J.; Santos, D. A.	Desenvolvimento de uma bengala eletrônica com utilização de Arduino capaz de ler as informações de etiquetas RFID e enviar para um sistema.	2016
Protótipo de bengala inteligente de baixo custo para o auxílio de deficientes visuais	Freitas, A.; Lima, A.; Santos, M.	Elaboração de um protótipo de bengala com uso de Arduino, sensor ultrassônico e leitura de <i>tags</i> RFID.	2016
Navegação <i>Indoor</i> baseada em Etiquetas RFID: Possibilidades de Orientação para Deficientes Visuais	Wohfahrt, E. A.; Roque, A. S; Santos, C. P.	Desenvolvimento de uma solução para auxílio à navegação para deficientes visuais através do mapeamento de etiquetas RFID no ambiente e na comunicação com dispositivos móveis.	2015
Sistema <i>mobile</i> de localização <i>indoor</i> para portadores de necessidades especiais utilizando NFC	Pereira Filho, E.S.; De Oliveira, L. C.	Elaboração de um sistema de localização <i>indoor</i> utilizando NFC (<i>Near Field Communication</i>) para acessibilidade no processo de navegação de deficientes físicos.	2015
Sistema RFID complementar de piso tátil para localização de deficientes visuais em ambientes fechados	Araújo, R. P.	Elaboração de um dispositivo complementar da sinalização tátil para auxílio de deficientes visuais.	2015
Construção de uma Bengala Eletrônica para Deficiente Visual	Almeida, A. R., dos Santos, J. C., Rodrigues, M. H., & de Mello, R. B.	Criação de um protótipo de uma bengala eletrônica que fará uso de tecnologias <i>Open Source</i> (Arduino).	2015
Sistema complementar RFID para localização de deficientes visuais em ambientes fechados	Araújo, R.P.; Frere, A.F.; Silva, R.L.A.; Medeiros, V.U.S.; Dirani, E.A.T.	Implementação de um dispositivo de auxílio à locomoção e localização de pessoas com deficiência visual em ambientes fechados por intermédio de etiquetas RFID.	2014

Bengala Inteligente: Um sistema de baixo custo para locomoção autônoma de pessoas com deficiência visual	Frauches, A. E. N.; Ramos, E. C. S.; Pinheiro, P. P.; Silva, L. S. S.; Moreira, C. C.; Monteiro, P. G.; Da Silva, M. G. D.; Da Silva, D. V. C.	Elaboração de um protótipo de baixo custo de um sistema capaz de auxiliar a locomoção, informando a localização e sendo capaz de guiá-lo até um local destino utilizando, para isso, a tecnologia RFID.	2013
--	--	---	------

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para Lima *et al.* (2020), todos esses trabalhos apresentam resultados positivos, com contribuições pertinentes para promover auxílio e melhoria de vida para as pessoas que possuem deficiência visual:

O problema da deficiência visual foi e continua sendo tema de estudo em diversos trabalhos científicos, juntamente com o desenvolvimento de uma tecnologia economicamente viável a fim melhorar o estilo de vida das pessoas as quais sofrem dessa deficiência, e a partir disto, é possível encontrar variados trabalhos que tematizam a construção de tecnologias baseadas em arduino a fim de facilitar a locomoção de deficientes visuais, onde, apresentam métodos seguros, acessíveis e com bons resultados, os quais servem como base teórica para o vigente trabalho. (LIMA *et al.*, 2020).

Esta revisão foi de grande importância para a etapa 6.1, na qual está desenvolvida a PoC. Antes, porém, será detalhada a forma como foi definida a PoC, integrando o material final da tese como uma maneira de realizar um exercício prático, consolidado por intermédio dos dados teóricos e da pesquisa de campo coletados. A PoC vai ao encontro do desafio de demonstrar que soluções simples e de baixo custo utilizando tecnologias podem se constituir como uma alternativa real de inclusão para esse segmento de público.

6.1 Prova de Conceito (PoC)

O termo Prova de Conceito, ou PoC, refere-se à prova prática de um conceito teórico. De acordo com Guimarães (2008, p. 30), “PoC, do inglês (*Proof of Concept*) é uma técnica que permite demonstrar que uma determinada ideia é tecnicamente possível, ou seja, pode ajudar a verificar se uma arquitetura é construível”.

De acordo com GAEA (2020), a Prova de Conceito não tem um ponto de surgimento definido, mas acredita-se que essa metodologia surgiu nas décadas de 1980 e 1990. Porém, foi nos anos 2000 que o uso da PoC se popularizou, principalmente entre empresas de tecnologia, com o intuito de validar ideias, reduzir riscos para as empresas e medir o retorno do projeto em questão.

A PoC pode ser utilizada em diversas áreas:

- Design de produtos;
- Desenvolvimento de *softwares*;
- Gestão de *marketing*;
- Gestão de pessoas;
- Busca da qualidade total pelas empresas;
- Segurança da informação;
- Pesquisa acadêmica.

A Prova de Conceito (PoC) é uma ferramenta utilizada para testar uma ideia, uma hipótese ou um conceito, colocando em termos práticos como realmente deverá funcionar, elaborando um projeto, ou seja, criando um MVP (*Minimum Viable Product* ou Produto Mínimo Viável), com o objetivo de provar que a ideia é viável, com o mínimo de investimento de tempo e recursos financeiros.

Apesar de muitas vezes serem utilizados como sinônimos, os termos Produto Mínimo Viável e Protótipo apresentam diferenças.

O protótipo, de origem grega, deriva da palavra *protótupus*, que significa “primeira forma”, e tem como objetivo transformar uma ideia em algo palpável e concreto, utilizando o mínimo de características, mas que não necessariamente poderá ser utilizado pelo cliente.

Já o MVP é elaborado também com o mínimo de características, mas permite que o cliente o utilize. O *site* do SEBRAE (2019) define a diferença entre MVP e protótipo. Para eles,

[...] O protótipo deve ser modelado até que seja possível alcançar um nível de condições mínimas para testes com o público. Um MVP é sempre um protótipo, mas nem sempre um protótipo é um MVP. O protótipo é um pouco mais cru, pois traz as características do resultado esperado, sem que necessariamente haja a viabilidade de construí-lo. (SEBRAE, 2019).

Desta forma, a Prova de Conceito desenvolvida neste estudo utiliza o MVP para buscar provar a eficiência da tecnologia a ser desenvolvida.

Na verdade, toda ideia parece genial em um primeiro momento, porém, um pequeno detalhe que seja esquecido ou negligenciado pode gerar um impacto negativo sobre o resultado final. Assim, a Prova de Conceito pode auxiliar o desenvolvedor do produto a identificar possíveis problemas técnicos e logísticos.

Ao utilizar a Prova de Conceito, é possível testar a ideia e apontar os problemas, salientando que quanto mais cedo as falhas em um projeto são detectadas, menor será o custo para corrigi-las.

Os testes da Prova de Conceito podem, inclusive, ser feitos por clientes, a fim de receber o *feedback* sobre eventuais melhorias no produto e buscando validar se o resultado final é satisfatório ou não.

De acordo com Da Silva (2019), para elaborar uma Prova de Conceito é preciso definir:

- **Qual conceito se deseja aprovar?**

Etapa inicial na qual é apresentada uma ideia, uma hipótese ou um conceito, colocando em termos práticos como realmente deverá funcionar, empregando para isso a elaboração de um projeto. É o momento de definir o que será colocado em prova.

- **Objetivo da PoC**

Nessa etapa busca-se documentar todos os objetivos relacionados ao desenvolvimento do projeto em questão. Isso é fundamental, uma vez que, na última etapa da Prova de Conceito, será verificado se os objetivos propostos foram alcançados.

- **Recursos necessários**

Fase em que são detalhados todos os recursos necessários para realização da Prova de Conceito, incluindo recursos financeiros, tecnológicos e humanos.

- **Escopo do projeto**

Nessa etapa, apresenta-se um escopo da Prova de Conceito, iniciando o processo de montagem do Produto Mínimo Viável.

- **Análise dos resultados**

Nessa última etapa da PoC, ocorre uma verificação para conferir se os objetivos documentados foram alcançados ou se alterações são necessárias no escopo do projeto. Mesmo quando os resultados da Prova de Conceito não são favoráveis, eles podem ser utilizados para correções e melhorias no desenvolvimento da solução em questão.

Desta forma, realizadas as definições iniciais, a fase seguinte consistiu em dar continuidade à pesquisa exploratória e documental objetivando a busca de um modelo padrão para realização da Prova de Conceito. Após exaustiva investigação, concluiu-se que não há um documento único que possa ser definido como padrão, tendo em vista que a PoC pode ser aplicada a diferentes áreas e cenários. Porém, encontrou-se um documento elaborado por French e Weaver (2010), desenvolvido no Departamento de Bem-Estar Público da Comunidade da Pensilvânia, que apresenta informações detalhadas para elaboração do planejamento, testes e resultado final da PoC, demonstrando ser um modelo adaptável para realização da PoC proposta na presente tese. Assim, antes de iniciar o desenvolvimento das etapas da PoC, optou-se por detalhar as fases necessárias que estão elencadas no documento de French e Weaver (2010), possibilitando o conhecimento sobre as etapas e as formas de apresentação dos resultados. Desse modo, a partir da descrição e da análise abaixo, foi realizada a readequação do documento, adaptando-o às especificidades e características da presente tese.

6.2 Diretrizes para realização de Prova de Conceito

French e Weaver (2010) desenvolveram um documento que aplica os princípios para as "melhores práticas" do gerenciamento de projetos de TI a uma Prova de Conceito para demonstração de uma nova tecnologia, ou seja, para verificar se é uma ideia viável para ser desenvolvida.

Para os autores, uma Prova de Conceito, ou projeto piloto, pode ser um passo estratégico importante antes que uma empresa se comprometa a lançar uma solução corporativa de tecnologia, permitindo a sua avaliação. A Prova de Conceito é uma oportunidade valiosa para testar as capacidades funcionais e técnicas do sistema.

French e Weaver (2010) também afirmam que, para uma empresa, a Prova de Conceito é uma forma de testar e refinar um novo sistema antes de comprometer recursos financeiros e humanos significativos para a implementação em larga escala.

Para ser um guia útil para a implementação em larga escala, uma Prova de Conceito deve ser cuidadosamente projetada e avaliada. French e Weaver (2010) apontam que as metas, os objetivos, o escopo, a avaliação e os critérios de sucesso para o piloto de demonstração de conceito devem ser claros e antecipadamente definidos a fim de que se possa planejar, executar e nivelar efetivamente as expectativas das partes interessadas, bem como fornecer resultados para tomadas de decisões sólidas.

Uma Prova de Conceito deve realizar os seguintes procedimentos:

- Esclarecer aos usuários sobre o funcionamento do sistema ou tecnologia;
- Verificar a adequação das especificações do sistema ou tecnologia;
- Validar a utilidade, eficiência, produtividade e eficácia dos sistemas ou tecnologia;
- Validar resultados iniciais e projeções de custo/benefício;
- Redimensionar os requisitos de recursos;
- Testar interfaces e sistemas de informação;
- Verificar se o dispositivo ou sistema é operacional e tecnicamente viável e estável;
- Identificar e abordar obstáculos para a implementação em larga escala;

- Obter opiniões do usuário final sobre a funcionalidade da tecnologia;
- Fornecer resultados para tomar decisões sólidas em relação à implementação em larga escala.

As atividades relacionadas à Prova de Conceito podem ser divididas em quatro fases distintas, as quais serão descritas a seguir.

6.2.1 Planejamento da Prova de Conceito

De acordo com French e Weaver (2010), é imprescindível que a Prova de Conceito seja cuidadosamente projetada, executada e avaliada. Para limitar os riscos e a exposição ao negócio, o escopo da Prova de Conceito deve ser estabelecido para testar, avaliar, validar e produzir resultados para formar conclusões baseadas em evidências, bem como determinar o sucesso.

O tamanho do projeto piloto afetará a duração necessária para avaliar a eficácia do sistema e os procedimentos definidos e criados. É provável que mais problemas sejam encontrados em sistemas e tecnologias maiores e mais complexos do que nos menores e menos complexos. Quanto mais usuários participarem da Prova de Conceito, mais problemas serão encontrados, os quais exigirão tempo para serem resolvidos.

French e Weaver (2010) estabelecem as normas essenciais para o planejamento preliminar para uma Prova de Conceito:

- Definir finalidade, metas, objetivos e escopo da Prova de Conceito ou projeto piloto;
- Delinear a abordagem de avaliação e teste;
- Definir as principais decisões a serem tomadas na conclusão da iniciativa;
- Definir a estratégia de reengenharia/gerenciamento de mudanças de processos de negócios;
- Definir os participantes da Prova de Conceito;
- Estabelecer os critérios de avaliação de base, provisórios e finais;
- Estabelecer os critérios de sucesso para a Prova de Conceito, com a contribuição de todas as partes interessadas;

- Delinear os benefícios de conduzir a Prova de Conceito;
- Estabelecer as formas de financiamento para realização da Prova de Conceito;
- Estabelecer uma estrutura detalhada de gerenciamento de projetos e qualidade.

Para os autores, nessa etapa, deve ser estabelecido um plano de trabalho detalhado que descreva como a Prova de Conceito será conduzida e concluída.

É necessário criar um planejamento abrangente específico para o sistema, tecnologias, ciclo de negócios e requisitos de recursos, bem como empregar as metodologias de gerenciamento de projetos para estabelecer e executar um plano baseado de entregas em fases e, em seguida, monitorar e relatar o progresso ao longo do ciclo de vida do projeto.

Caso o projeto seja amplo, é necessário também definir a descrição de funções e responsabilidades para a equipe e os participantes da Prova de Conceito, cronograma, plano de comunicação, plano de gestão da qualidade e gestão de mudanças.

6.2.2 Realização da Prova de Conceito

French e Weaver (2010) apontam que certas decisões críticas precisam ser tomadas e documentadas, bem como devem ser feitos os preparativos iniciais antes da Prova de Conceito começar. Isso pode ser feito revisando o plano detalhado do projeto e determinando o que é necessário antes de prosseguir, e considerando quais dados precisam ser coletados por meio do piloto para permitir uma avaliação significativa. Elementos específicos necessários para a condução de um projeto piloto incluem:

- Elaborar um sistema de monitoramento de problemas que não documente apenas as decisões tomadas, mas também os resultados das resoluções de problemas e as revalidações;
- Determinar as mudanças significativas nas operações de negócios da empresa, procedimentos e/ou infraestrutura de TI que serão necessárias

para executar a Prova de Conceito, incluindo a aquisição e instalação de novos *hardwares* ou modificações na plataforma de computação e infraestruturas associadas (ou seja, telecomunicações, rede etc.);

- Avaliar o conhecimento e domínio de negócio. É importante avaliar a capacidade da equipe de negócios e suporte técnico para conduzir, avaliar e monitorar o desempenho e a solução de problemas durante o projeto. Em segundo lugar, avaliar o quanto de assistência externa será necessário para apoiar a Prova de Conceito. Essa assistência pode ser garantida por meio do fornecimento de produtos/tecnologia, um contratante externo ou contratando pessoal adicional;
- Verificar a disponibilidade de analistas de negócios para identificar e testar possíveis melhorias nos processos de negócios e medir seu impacto na empresa, bem como analistas de orçamento para avaliar com precisão os custos e ajustar as estimativas previstas para implementação do projeto em larga escala;
- Selecionar ferramentas que facilitem a documentação. Isso ajudará todos os envolvidos no processo a monitorar o que está acontecendo.

Os autores relatam sobre a importância dos treinamentos e das comunicações, sendo necessária a compreensão dos seguintes elementos:

- Definir por que, o que, onde, quando e como os sistemas ou tecnologias serão testados;
- Definir e comunicar critérios de aprovação/falha e como documentar e relatar problemas e/ou resultados;
- Determinar quais informações devem ser capturadas e de que maneira isso será feito;
- Solicitar e responder aos comentários do usuário final;
- Compartilhar com frequência as atualizações sobre contribuições da equipe e progresso geral do projeto;
- Fornecer orientação e suporte para os membros da equipe;
- Realizar apresentações para familiarizar os participantes do projeto sobre a tecnologia a ser testada;

- Explicar como a Prova de Conceito afetará o trabalho dos envolvidos no projeto.

As normas para minimizar os riscos associados à PoC também são definidas por French e Weaver (2010). Para os autores, é necessário

- Estabelecer objetivos claros de desempenho, mecanismos de medição e critérios de avaliação;
- Envolver e incentivar continuamente os participantes do projeto;
- Desenvolver uma metodologia de qualidade para avaliação do produto;
- Assegurar que os requisitos do piloto são mensuráveis e claramente compreendidos pelos participantes;
- Certificar-se de que será fornecido suporte suficiente ao usuário e ao sistema;
- Determinar se as decisões preliminares e as suposições tomadas em relação ao desempenho de *hardware* e *software* foram precisas.

As tarefas realizadas na Prova de Conceito devem ser documentadas. O *feedback* pode ser usado para resolver problemas do sistema, bem como procedimentos (para suporte, treinamento, comunicações etc.). Devidamente estruturado e empregado, o *feedback* dos participantes será informado ao gerente do projeto e aos membros da equipe, permitindo que esta faça mudanças incrementais no sistema e ajuste o processo para melhor atender às necessidades da empresa.

6.2.3 Testando, avaliando e documentando a Prova de Conceito

As etapas de testar e avaliar são consideradas como as mais importantes da Prova de Conceito. Deve ser estabelecido um plano de teste e avaliação cuidadosamente construído que prevê a análise objetiva dos resultados e uma avaliação sobre como proceder com a implantação completa. A equipe de teste e avaliação deve estar familiarizada com um plano de teste que deve:

- Definir o que, onde, quando, quem e como os sistemas ou tecnologias serão testados;
- Avaliar todos os componentes de *hardware*, *software* e interface;
- Descrever os procedimentos de execução de teste e avaliação, documentação, emissão de relatórios;
- Definir critérios de sucesso e aprovação/falha para componentes individuais e gerais;
- Considerar a robustez e versatilidade empregando sistemas de testes, produtos ou tecnologias em locais diferentes para funcionalidade, usabilidade e benefícios derivados (usando os mesmos métodos e critérios de teste e avaliação);
- Usar análises comparativas para avaliar produtos propostos, sistemas, processos ou alternativas tecnológicas;
- Definir os recursos necessários, ou seja, instalações, equipamentos, pessoas etc.;
- Validar os requisitos de negócios e técnicos e as expectativas de desempenho;
- Identificar o desempenho, recursos e reivindicações de custo/benefício e/ou suposições;
- Estabelecer a matriz de avaliação e planilhas;
- Definir os parâmetros de ciclos e durações de teste e seus respectivos recursos e as condições necessárias para serem executados;
- Definir os métodos de teste e avaliação que medem efetivamente os resultados que abordam os objetivos-chave e facilitam conclusões para pontos de decisão de gestão;
- Delinear o gerenciamento de problemas e defeitos;
- Elaborar relatórios de *status* de teste, problemas e revalidação.

Segundo French e Weaver (2010), ter um plano de teste e avaliação com um método para documentar o progresso da Prova de Conceito e o desempenho do sistema e/ou tecnologia é fundamental para determinar a viabilidade empresarial, técnica e econômica. O plano de teste e avaliação deve ser incorporado como uma entrega na prova geral do conceito do projeto.

6.2.4 Resultados esperados pela Prova de Conceito

De acordo com French e Weaver (2010), o relatório final de avaliação deve detalhar o quão bem a solução atendeu às expectativas funcionais, técnicas e gerenciais. Além das recomendações empresariais e técnicas feitas em relação à solução ou tecnologia, o relatório final de avaliação deve conter sugestões para melhorar os procedimentos de gestão utilizados ou descobertos durante a Prova de Conceito. Essas mudanças ajudarão a facilitar a implantação do sistema. Uma seção de “Lições Aprendidas” anexada à avaliação deve ser disponibilizada aos envolvidos em futuros projetos piloto.

Uma Prova de Conceito fornece à equipe da empresa subsídios que resultarão em uma possível aprovação para prosseguir com a implementação completa. As empresas que realizam uma Prova de Conceito bem planejada reduzirão seu risco de investimento.

Tendo como base as diretrizes estabelecidas por French e Weaver (2010), e adaptando à realidade deste estudo, a seguir está o detalhamento das etapas que foram percorridas, que tiveram por base o plano de desenvolvimento da PoC, os testes e avaliações, a sistematização da documentação, os resultados esperados e obtidos e as avaliações realizadas. Na última etapa, estão incluídas as lições aprendidas, contendo as recomendações e as sugestões para melhoria dos procedimentos, apontando as falhas e os ajustes realizados e, finalmente, a conclusão da tese, reunindo os resultados da revisão teórico-conceitual, a pesquisa de campo e a PoC.

Assim, as etapas descritas a seguir apresentam os resultados finais “resumidos e documentados”, denominados como “Resumo executivo” pelos autores que, igualmente, reforçam a importância da clareza e de elementos suficientes para apontar os caminhos percorridos e os resultados alcançados. Argumentam, ainda, que esse item deve auxiliar na tomada de decisão quanto à viabilidade da produção. Do mesmo modo, estão definidas as fases executadas, os passos empreendidos no desenvolvimento da PoC da Bengala Eletrônica, demonstrando como as tecnologias, mais especificamente as digitais, podem auxiliar no processo de acessibilidade, ampliando a independência na realização de atividades cotidianas e, como consequência, expandindo a inclusão de pessoas com deficiência visual.

Descrita as escolhas e os ajustes, o Resumo Executivo da Prova de Conceito para a Bengala Eletrônica está dividido em oito partes, a saber: introdução à PoC; objetivos da PoC; recursos necessários para elaboração e montagem; resultados esperados; testes realizados; lições aprendidas; recomendações de melhorias futuras e conclusão sobre os resultados obtidos pela PoC.

6.3 Resumo executivo da Prova de Conceito para a bengala eletrônica

Nome da diretriz: Prova de Conceito – Bengala Eletrônica	Número: BE-000001
Data da emissão: 14/04/2021	Emitido por: Anderson Rogério Campana
Data da revisão: 14/09/2021	

6.3.1 Introdução da Prova de Conceito

Após analisar os resultados do questionário aplicado com as pessoas deficientes visuais para avaliação da acessibilidade *indoor* em *shopping centers*, nota-se que esse é um quesito de suma importância, mas que ainda está muito deficitário em ambientes *indoor*, como é o caso dos *shopping centers*. Dessa forma, surge a possibilidade do desenvolvimento de uma tecnologia assistiva que possa auxiliar esse público diante dessas dificuldades.

A escolha do desenvolvimento de uma bengala eletrônica se justifica pelo fato do uso cotidiano do artefato por pessoas com deficiência visual, conforme aponta Lima *et al.* (2020, p. 03): “Comumente, deficientes visuais sempre possuem em mãos bengalas que os auxiliam em sua locomoção, utilizando-as à frente do corpo a fim de que esta toque nos obstáculos à sua frente antes que os mesmos colidam com seus corpos”. Também, como resultado da pesquisa de campo aplicada, que apontou ser um objeto muito utilizado pelos deficientes visuais.

Assim, acreditamos que a iniciativa de criação dessa tecnologia é de vital importância para que as pessoas com deficiência visual possam ter mais autonomia no processo de locomoção e localização em ambientes *indoor*, principalmente em *shopping centers*, local escolhido para a realização dessa Prova de Conceito.

6.3.2 Objetivos para a Prova de Conceito

O objetivo dessa PoC é a elaboração de uma tecnologia assistiva de baixo custo para auxílio à locomoção e localização de pessoas com deficiências visuais em ambientes fechados.

Em uma primeira fase foi construída uma bengala eletrônica com sistema de sensores capazes de detectar obstáculos próximos ao deficiente visual e que emitisse um alerta sonoro e vibratório que indicasse a presença desses obstáculos.

Na segunda etapa foi implementada a tecnologia RFID, por meio da qual a bengala pudesse identificar etiquetas que utilizam esse tipo de radiofrequência. As etiquetas RFID foram alocadas juntamente ao piso tátil do ambiente e instaladas em locais previamente definidos. Os sinais emitidos e recebidos objetivaram ser um referencial para localização e locomoção dos deficientes visuais.

Já a terceira fase consistiu na configuração e instalação do microcontrolador ESP32 na plataforma Arduino IDE, para que fosse possível desenvolver a codificação do microcontrolador.

Por fim, a quarta fase foi dedicada ao desenvolvimento de um aplicativo para *smartphone*, no qual a bengala eletrônica identifica as etiquetas RFID e o aplicativo via *bluetooth* envia mensagens ao aplicativo instalado no dispositivo móvel. Por meio de mensagens de voz previamente programadas, o deficiente visual recebe as instruções sobre as rotas a seguir ou sobre a localização aproximada no ambiente.

Foi igualmente utilizada a tecnologia *QR Code*, por meio da qual o aplicativo, utilizando uma câmera do *smartphone*, realizou a leitura das etiquetas de *QR Code* espalhadas em pontos estratégicos do *shopping center*, informando

a localização de lojas, restaurantes, lanchonetes e similares por meio de comando de voz.

A seguir, serão elencados os detalhes técnicos do projeto de avaliação executado nessa Prova de Conceito.

a) O que será avaliado especificamente

Esta Prova de Conceito tem como finalidade avaliar se a bengala eletrônica construída com microprocessador ESP32 proporcionará às pessoas com deficiência visual maior acessibilidade e inclusão em ambientes *indoors* (*shopping center*).

Vale salientar que a proposta é a de facilitar o processo de localização e locomoção desse público, porém o dispositivo a ser testado não permite ainda o processo de locomoção, por exemplo, no percurso em escadas rolantes e no interior de elevadores. Acredita-se que essa restrição poderá ser superada nas etapas de aprimoramento do produto, no futuro.

b) Como os produtos/conceitos/alternativas/sistemas/processos e seus componentes específicos serão configurados, testados, monitorados, avaliados e documentados

Para codificação do microcontrolador ESP32 foi utilizada a Plataforma Arduino IDE, um programa de *software* aberto disponível para os sistemas operacionais Windows, Mac e Linux, que possibilita a elaboração do código-fonte e, posteriormente, o envio e a gravação do código no dispositivo ESP32.

Já o aplicativo para o dispositivo móvel foi desenvolvido utilizando a plataforma App Inventor, uma aplicação de código aberto originalmente criada pela Google e atualmente mantida pelo *Massachusetts Institute of Technology*.

Toda a codificação utilizada na Prova de Conceito na Plataforma Arduino IDE e também na Plataforma App Inventor encontra-se disponível nos Apêndices 2 e 3 da tese, respectivamente.

c) Onde e quando serão testados componentes específicos (Locais, ambientes)

O processo de avaliação do Produto Mínimo Viável de tecnologia assistiva desenvolvido foi realizado simulando o trajeto de uma pessoa com deficiência visual em um ambiente *indoor*.

6.3.3 Recursos necessários para elaboração da PoC

A seguir (Quadro 13) é apresentada a lista de materiais necessários para a realização da Prova de Conceito da bengala eletrônica e seus respectivos valores.

Quadro 13 – Lista de materiais utilizados para elaboração da Prova de Conceito e seus respectivos custos

Quantidade	Descrição do Item	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)	Imagem do Item
01	Módulo Interface para Microcontrolador ESP32 com Fonte Estabilizada 5V	90,00	90,00	
01	Módulo de Bateria 5V (Power Bank)	20,00	20,00	
01	Microcontrolador ESP32	35,00	35,00	
01	Sensor Ultrassônico HC-SR04 com suporte de fixação	20,00	20,00	
01	Kit Leitor RFID RC 522	16,00	16,00	
01	Buzzer	10,00	R\$ 10,00	
01	Motor de Vibração	10,00	R\$ 10,00	

01	Caixa Plástica de Passagem Elétrica 4x4	4,00	4,00	
01	Mini Chave Gangorra ON/OFF	1,00	1,00	
02	Metros de Cano de PVC 3/4	5,00	10,00	
02	CAP para cano de PVC 3/4	2,35	4,70	
01	Conexão TE para cano de PVC 3/4"	4,00	4,00	
10	Abraçadeiras de Nylon 2,5x100mm	0,05	0,50	
1	Fita Isolante Antichama 19mm x 5m Preta	2,50	2,50	
1	Tubo de Estanho	10,00	10,00	
VALOR TOTAL*			R\$ 237,70	

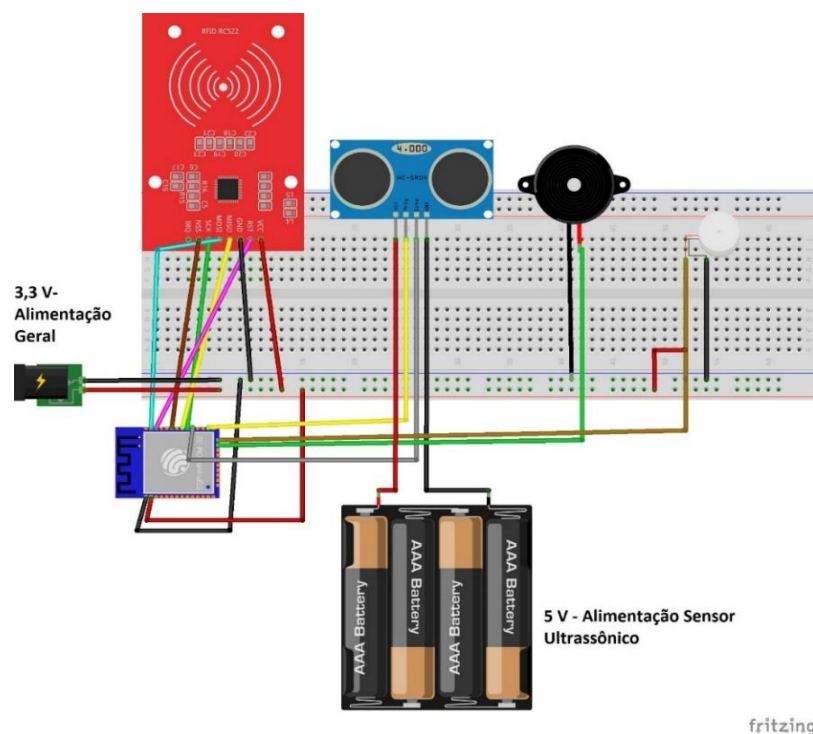
* O Módulo Interface para Microcontrolador ESP32 com Fonte Estabilizada 5V foi utilizado na Prova de Conceito, pois o autor utiliza desse módulo para outros experimentos eletrônicos visando facilitar o processo de montagem e evitar a necessidade de soldagem dos componentes eletrônicos. Porém, é um item que pode ser suprimido do projeto, visando reduzir o custo final da bengala eletrônica, que poderia ser desenvolvida ao custo final de R\$ 147,70, em valores aproximados, orçados no período de junho a outubro de 2021.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6.3.4 Logística de montagem do Produto Mínimo Viável e avaliação

A montagem do circuito elétrico da bengala eletrônica (Imagem 31) foi realizada primeiramente em uma placa de ensaio ou testes, conhecida como *protoboard*, na qual foi possível montar e programar os circuitos sem ter a necessidade de soldar os componentes, evitando possíveis erros na montagem da bengala e desperdício de material.

Imagem 31 – Montagem do circuito na *protoboard*



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Aplicativo Fritzing (2021).

6.3.4.1 Primeira Fase: Início da montagem da bengala eletrônica

Com o intuito de facilitar o processo de montagem do Produto Mínimo Viável da bengala eletrônica, foram utilizados materiais de baixo custo e fácil aquisição no mercado, como é o caso do tubo de PVC $\frac{3}{4}$, item base para a elaboração da Prova de Conceito e para a construção da bengala eletrônica.

O ponto de partida para montagem do circuito do Produto Mínimo Viável foi o acoplamento de um sensor ultrassônico (HC-SR04) na extremidade inferior da bengala (base). A fixação ocorreu com dois furos no cano de PVC e utilizando abraçadeira de *nylon*, conforme verifica-se na Imagem 32. O módulo ultrassônico (HC-SR04) dispõe de quatro pinos: VCC 5V (Pino de alimentação de energia), *Trigger* (Pino de entrada do sensor), *Echo* (Pino de saída do sensor) e GND (Pino Terra). O sensor ultrassônico tem como finalidade a identificação de obstáculos próximos ao solo.

Imagem 32 – Sensor ultrassônico acoplado na base da bengala eletrônica



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A seguir, na Imagem 33, observa-se o motor de vibração e o *buzzer* que foram devidamente instalados no corpo da bengala eletrônica com a utilização de fita isolante. A intenção é alertar o deficiente visual sobre a presença de algum obstáculo no seu percurso, emitindo sinais sonoros e vibratórios.

Imagem 33 – Motor de vibração e *buzzer* instalados na bengala eletrônica



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para facilitar a montagem inicial do projeto, o microcontrolador ESP32 foi acoplado em um módulo de interface com bornes para ligações elétricas, permitindo a realização dos testes com tensão de entrada 100V/AC a 240 V/AC.

O módulo de interface dispõe de uma fonte estabilizada que permite trabalhar com as tensões de 5V/DC para alimentar o microcontrolador e os demais dispositivos conectados na bengala eletrônica. Porém, na fase de testes *indoor*, será utilizada apenas uma bateria 5V de íon lítio (*Power Bank*) com capacidade de 6000 mA, (Imagem 34), para realizar a alimentação do circuito eletrônico. O *Power Bank* geralmente é utilizado no cotidiano para carregamento de baterias de aparelhos *smartphones* e sua utilização para alimentação da bengala eletrônica na Prova de Conceito objetivou oferecer mobilidade no trajeto no interior do *shopping center*.

Imagem 34 – Bateria 5V de íon lítio (*Power Bank*)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Durante a montagem da bengala, notou-se a necessidade da instalação de um botão liga/desliga para que o deficiente visual acionasse ou desativasse a bengala eletrônica quando desejasse. Sendo assim, na parte superior da bengala (exatamente no centro do TE para cano de PVC $\frac{3}{4}$.) foi instalada uma chave ON/OFF para que o deficiente visual pudesse ligar ou desligar a bengala facilmente.

Observou-se, também, a necessidade de incluir na parte superior da bengala dois pequenos relevos (Imagem 35), com a utilização de parafusos, para indicar ao usuário a posição correta de utilização da bengala, tendo em vista que o sensor ultrassônico necessita estar posicionado sempre à frente. Os relevos criados com parafusos têm como finalidade auxiliar o deficiente visual a identificar a posição correta de uso da bengala eletrônica.

Ainda na parte superior da bengala foram acoplados 2 CAPs para canos de PVC $\frac{3}{4}$ para proporcionar acabamento ao dispositivo.

Imagem 35 – Chave ON/OFF e relevos para identificação da posição correta de uso da bengala



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6.3.4.2 Segunda Fase: Utilização da tecnologia RFID

Na segunda etapa da montagem do Produto Mínimo Viável foi instalado um leitor RFID RC522 na lateral direita da base da bengala eletrônica, conforme a Imagem 36. A fixação do leitor RFID foi também efetuada com abraçadeiras de nylon.

Imagem 36 – Leitor RFID instalado na lateral direita da base da bengala eletrônica



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O leitor RFID RC522 dispõe de 8 pinos, conforme se verifica na Imagem 37. São eles:

- SDA – Pino SS (*Slave Select*) da comunicação serial;
- SCK – Pino de *clock* da comunicação serial;
- MOSI (*Master Output Slave Input*) – Pino de saída do mestre da comunicação serial;
- MISO (*Master Input Slave Output*) – Pino de entrada do mestre da comunicação serial;
- IRQ – Pino de interrupção, utilizado para executar determinados eventos;
- GND – Pino Terra da Alimentação;
- RST – Pino *reset* que serve para colocar o RC522 no modo de baixo consumo;
- 3.3V – Pino de alimentação do módulo (2,5 a 4V).

Imagem 37 – Pinagem do leitor RFID RC522



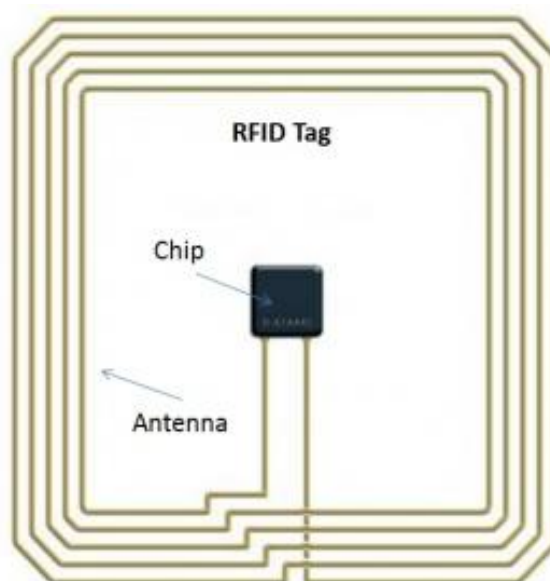
Fonte: FernandoK (2018).

Diversas tecnologias foram pesquisadas para serem utilizadas como forma de interação nessa Prova de Conceito, que são as tecnologias mais consolidadas para aplicações móveis na IoT: etiquetas (*tags*) RFID, NFC e *Beacons*.

As etiquetas RFID se mostraram as mais indicadas, devido ao baixo custo e à facilidade de manutenção, fato constatado pela pesquisa bibliográfica e documental, durante a qual foi possível conhecer inúmeros estudos de casos de pesquisadores que obtiveram sucesso na implementação dessa solução tecnológica.

As RFID possuem internamente uma antena e um circuito integrado responsável por fazer a comunicação com o dispositivo leitor, conforme se verifica na Imagem 38. A antena da etiqueta RFID tem como função criar a comunicação com o leitor RFID e também obter energia suficiente para alimentar os circuitos internos, das ondas recebidas.

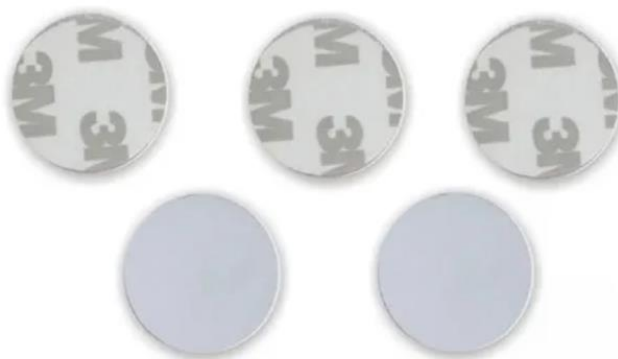
Imagem 38 – Etiqueta RFID internamente



Fonte: hpluspedia (2018).

O modelo de etiqueta RFID utilizado para a Prova de Conceito (Imagem 39) é do tipo adesivo, confeccionada em PVC, com chip MF 1 K F08, com 25 milímetros de diâmetro, frequência de operação de 13,56 Mhz, com capacidade de ser identificada entre 3 a 10 centímetros, capacidade de armazenamento de 1024 bytes, compatível com a maioria dos leitores existentes no mercado, e pode ser adquirida com facilidade e a um baixo custo.

Imagem 39 – Modelo de Tags RFID (Etiquetas) utilizadas na Prova de Conceito



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A utilização conjunta das etiquetas RFID com pisos táteis tem como objetivo aumentar a acessibilidade, tendo em vista que o piso tátil já é um dispositivo utilizado com frequência por pessoas com deficiência visual, embora não disponha de nenhum atributo de interação tecnológica com o usuário, conforme aponta Araújo (2015):

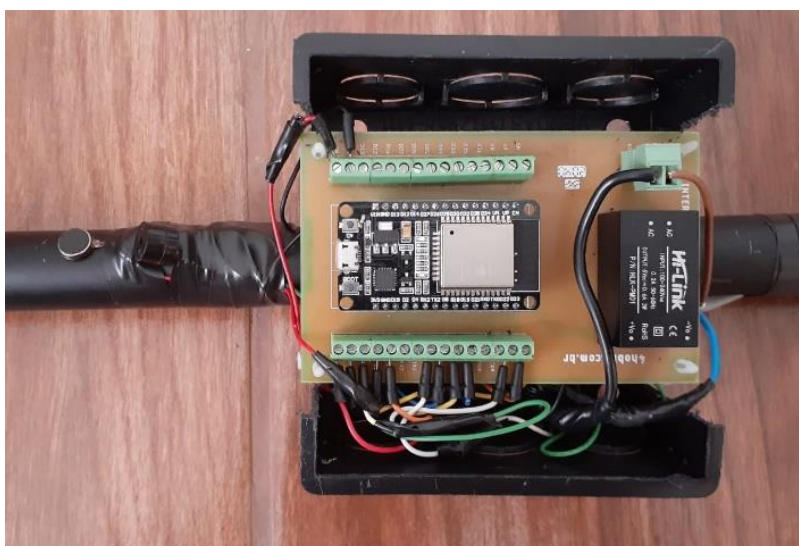
As tecnologias de identificação por rádio frequência como complemento da informação analógica, muitas vezes difundida por meio do piso tátil, de forma que se torne interativa e possibilite uma maior compreensão das informações disponibilizadas. A sinalização tátil, único recurso disponível para navegação do deficiente visual, não possui qualquer método de interação tecnológica com o usuário. Esta falta de interação dificulta o completo entendimento das informações necessárias, uma vez que não há um retorno eficaz e pela limitação em difundir informação. Como o piso tátil é um meio de comunicação analógica seria necessário um complemento desta informação por meio da eletrônica ampliando a capacidade de informar, criando um sistema interativo que viabiliza a navegação em ambientes fechados. Isto permite que qualquer usuário possa se localizar em tempo real, em ambientes fechados, facilitando a locomoção e permitindo a acessibilidade dos deficientes visuais ao mesmo tempo em que amplia sua independência. (ARAÚJO, 2015, p. 15).

No início da elaboração da PoC cogitou-se a utilização do microcontrolador Arduino Uno, porém esse microcontrolador foi descartado, pois não dispõe de *bluetooth* integrado e seria necessária a utilização de um módulo *bluetooth* adicional para realização da Prova de Conceito.

Sendo assim, o microcontrolador utilizado foi o ESP32 (Imagem 40), que foi acoplado em um módulo interface que dispõe de bornes para facilitar as ligações elétricas e de uma fonte regulada de 5V para alimentar os dispositivos da bengala eletrônica.

Para melhor alocar o microcontrolador ESP32 utilizou-se uma caixa plástica de passagem elétrica 4x4 que também foi afixada no cano de PVC com abraçadeiras de nylon.

Imagem 40 – Microcontrolador ESP32 instalado na bengala eletrônica



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A seguir, na Imagem 41, é possível observar a bengala eletrônica com todos os dispositivos já acoplados.

Imagem 41 – Bengala eletrônica frontal e traseira



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6.3.4.3 Terceira Fase: Configuração e instalação do microcontrolador ESP32 na plataforma Arduino IDE

Primeiramente, para utilizar as funcionalidades da plataforma do Arduino é preciso instalar o ambiente de desenvolvimento (IDE), que pode ser encontrado no *site* oficial da Plataforma Arduino¹¹ em versões para Windows, Linux e Mac. Vale ressaltar que a Plataforma Arduino IDE encontra-se na versão 2.0, mas a versão utilizada para essa Prova de Conceito será a 1.8.12 para Windows 10 (Imagem 42), por se tratar de uma versão mais estável.

¹¹ Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>.

Imagem 42 – Versão da plataforma Arduino IDE utilizada na Prova de Conceito



Fonte: Software Arduino, disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software> (2021).

Após efetuar o *download* do arquivo executável, bastou executá-lo e efetuar o processo básico de instalação, comum para diversos programas. Ao término da instalação, foi adicionado na Área de Trabalho do computador um ícone do Arduino com atalho para o ambiente de desenvolvimento, conforme mostra a Imagem 43.

Imagem 43 – Atalho da plataforma Arduino IDE adicionado à área de trabalho do computador

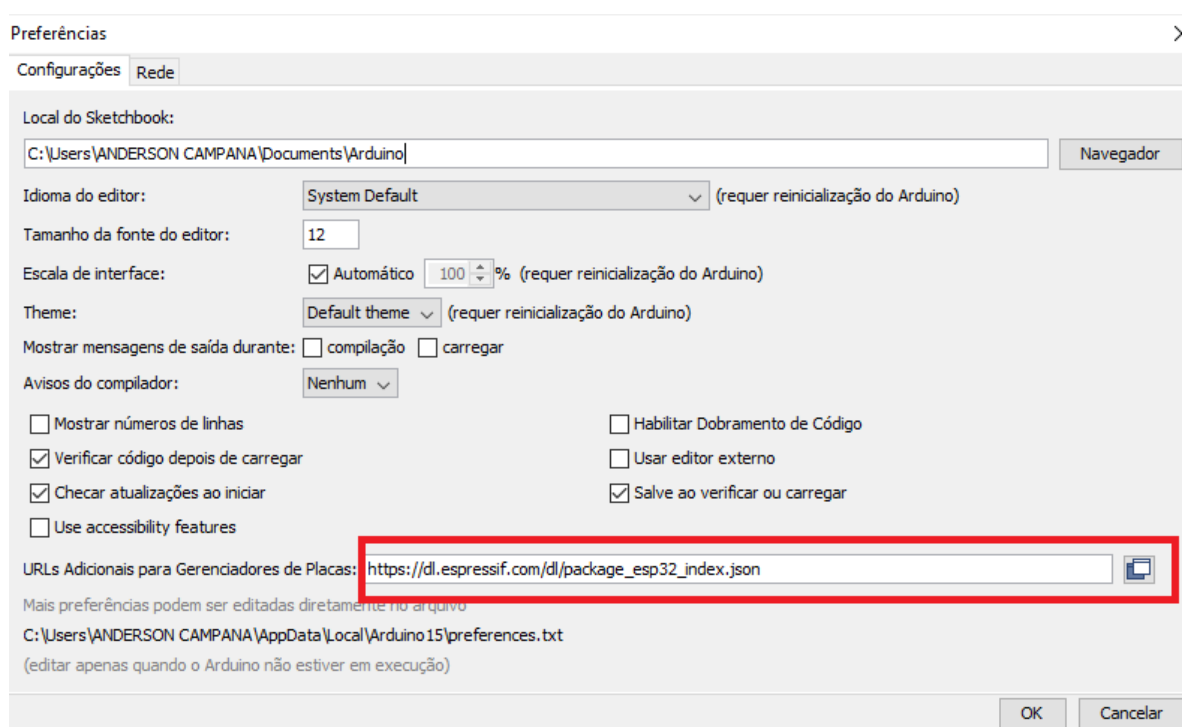


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após a instalação do Arduino IDE, foi necessário configurar a placa ESP32, na plataforma Arduino IDE seguindo alguns passos:

- 1) Com a Plataforma Arduino IDE aberta, acessar preferências do Arduino IDE.
- 2) Inserir o link https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json no campo “URLs adicionais para Gerenciadores de Placas”, conforme mostra a imagem 44 a seguir. Em seguida, clicar no botão “OK”.

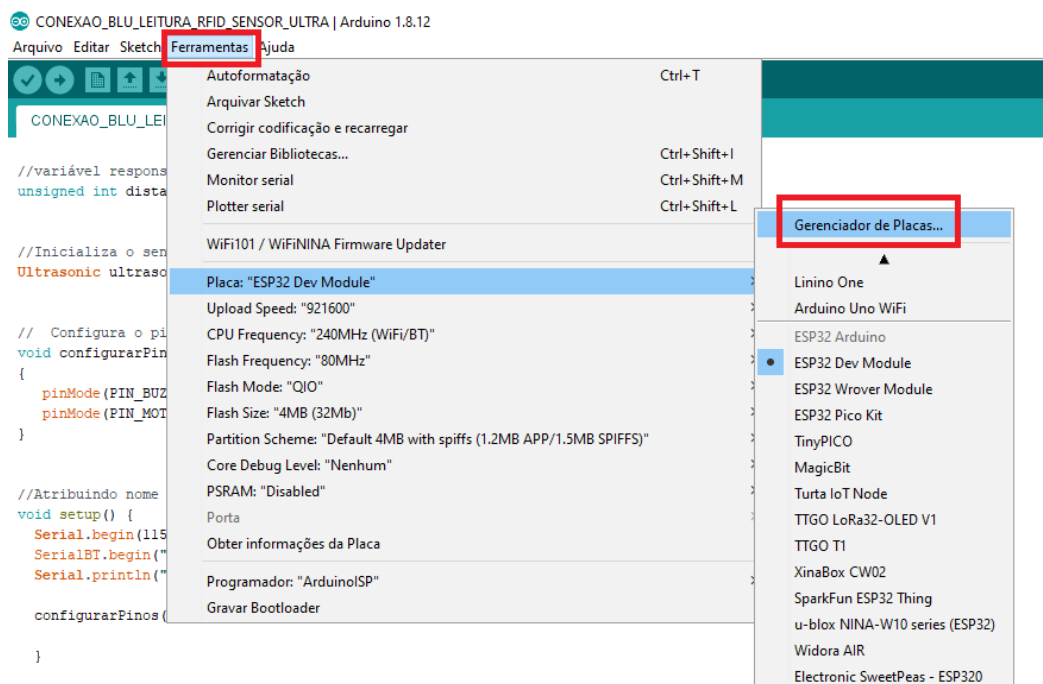
Imagem 44 – Inclusão da URL do ESP32 no Arduino IDE



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

- 3) Após isso, acessar o menu **Ferramentas > Gerenciador de Placas**, conforme demonstra a Imagem 45.

Imagem 45 – Configuração da placa ESP32 no Arduino IDE



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

- 4) Pesquisar o ESP32 (Imagem 46) e efetuar a instalação ou atualização do "ESP32 by Espressif Systems".

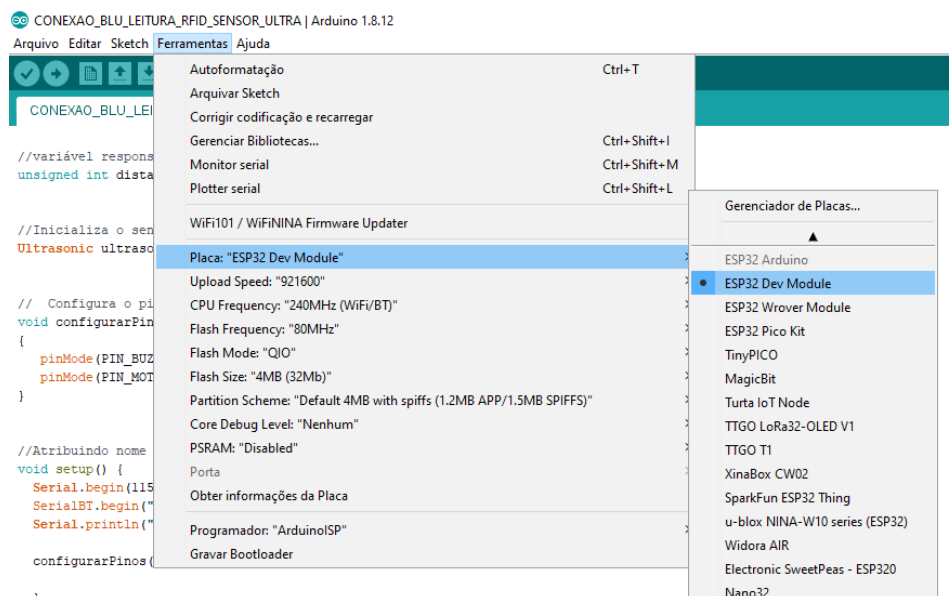
Imagem 46 – Localizando ESP32 e iniciando o processo de instalação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

- 5) Conectar a placa do ESP32 ao computador para testar a instalação. Selecionar a placa no menu **Ferramentas > Placas** da plataforma Arduino IDE, conforme demonstrado na Imagem 47.

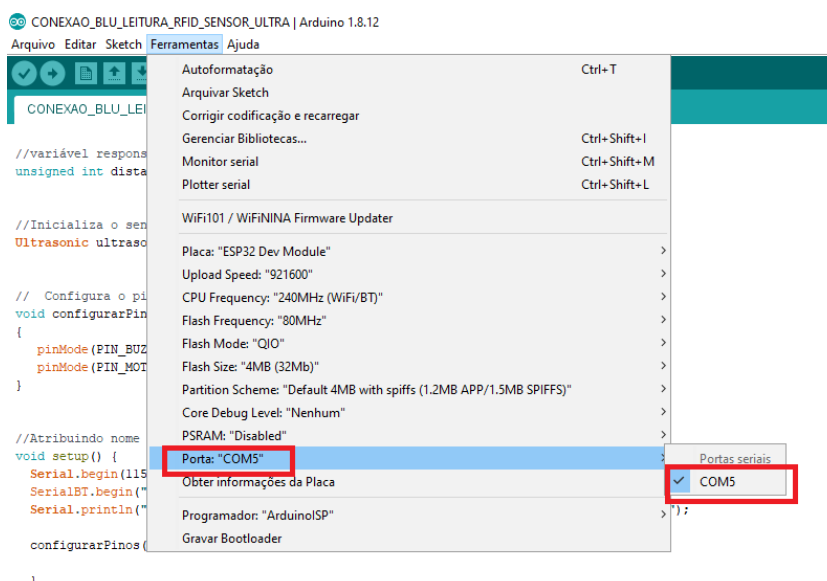
Imagem 47 – Selecionando a placa ESP32 no Arduino IDE



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6) É necessário também selecionar a porta de comunicação (Imagem 48) entre o computador e o ESP32. A porta de comunicação pode variar (COM1, COM2, COM3.....) de acordo com a porta USB utilizada para conectar o ESP32.

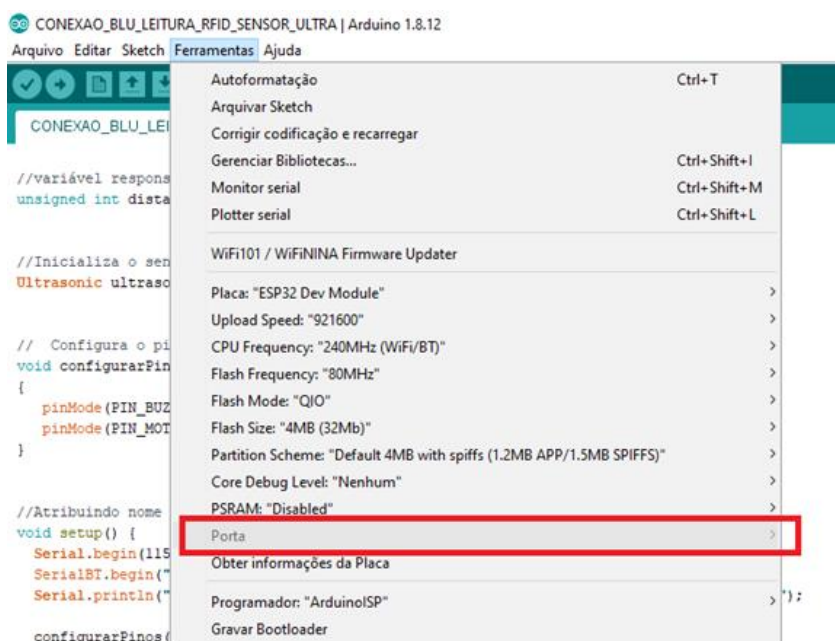
Imagem 48 – Selecionando a porta de comunicação no Arduino IDE



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

7) Caso a placa ESP32 não seja reconhecida na Plataforma Arduino IDE (Imagem 49), há duas possibilidades de problemas: ou estão faltando os drivers USB ou o cabo USB está com problema.

Imagem 49 – Porta COM não reconhecida pelo Arduino IDE

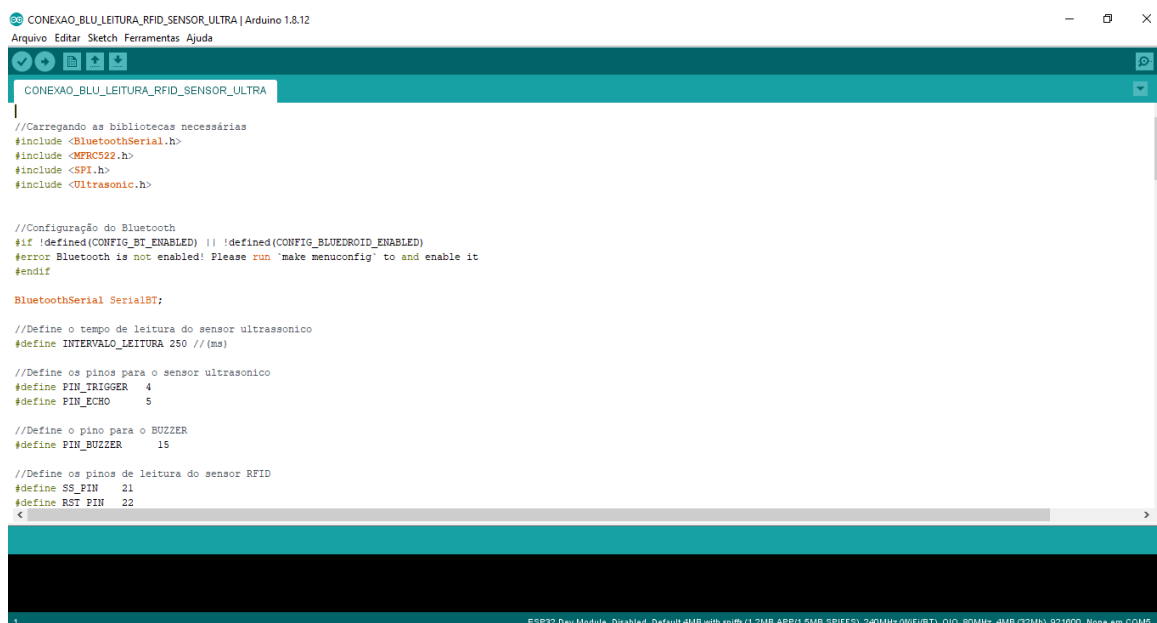


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

8) Se o problema for a falta de instalação do driver, é necessário identificar o chip da placa ESP32. A placa ESP32 adotada nessa Prova de Conceito utiliza o chip CP2102. Dessa forma, é necessário baixar os drivers do chip CP2102. Depois de instalado o driver, é preciso reiniciar a plataforma IDE do Arduino e a porta COM aparecerá no menu Ferramentas.

9) O próximo passo é abrir o arquivo com o código desenvolvido para o ESP32 e carregar o Sketch para a Plataforma Arduino IDE (Imagem 50).

Imagem 50 – Abrindo o código desenvolvido para o ESP32



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

10) Dando continuidade, é preciso pressionar o **botão Carregar** (Imagem 51) no Arduino IDE para que o código seja compilado e para que seja feito o *upload* para a placa ESP32.

Imagem 51 – Carregando o código para o ESP32



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

11) Para carregar o código para o microcontrolador ESP32, é necessário segurar o botão "**BOOT**" na placa ESP32, conforme demonstra a Imagem 52.

Imagem 52 – Botão *boot* localizado no ESP32



Fonte: ESP32 Web Server with Arduino IDE (2021).

12) Depois de ver a mensagem "**Conectando...**" no Arduino IDE (Imagem 53), já não é necessário pressionar mais o "**BOOT**" na placa ESP32.

Imagem 53 – Enviando código do Arduino IDE para o ESP32

```
Carregando...
Variáveis globais usam 36272 bytes (11%) de memória dinâmica, deixando 291408 bytes para variáveis locais. O máximo são 327680 bytes.
esptool.py v2.6
Serial port COM5
Connecting.....
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

13) Aparecerá então a mensagem "**Transferência Concluída**" (Imagem 54).

Imagem 54 – Transferência concluída do código para o ESP32

```
Transferência concluída.
Tamanho do arquivo binário sketch: 5,492 (de no máximo 32,256 bytes)
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

14) Em seguida, é necessário selecionar a opção "**Serial Monitor**", conforme demonstra a Imagem 55.

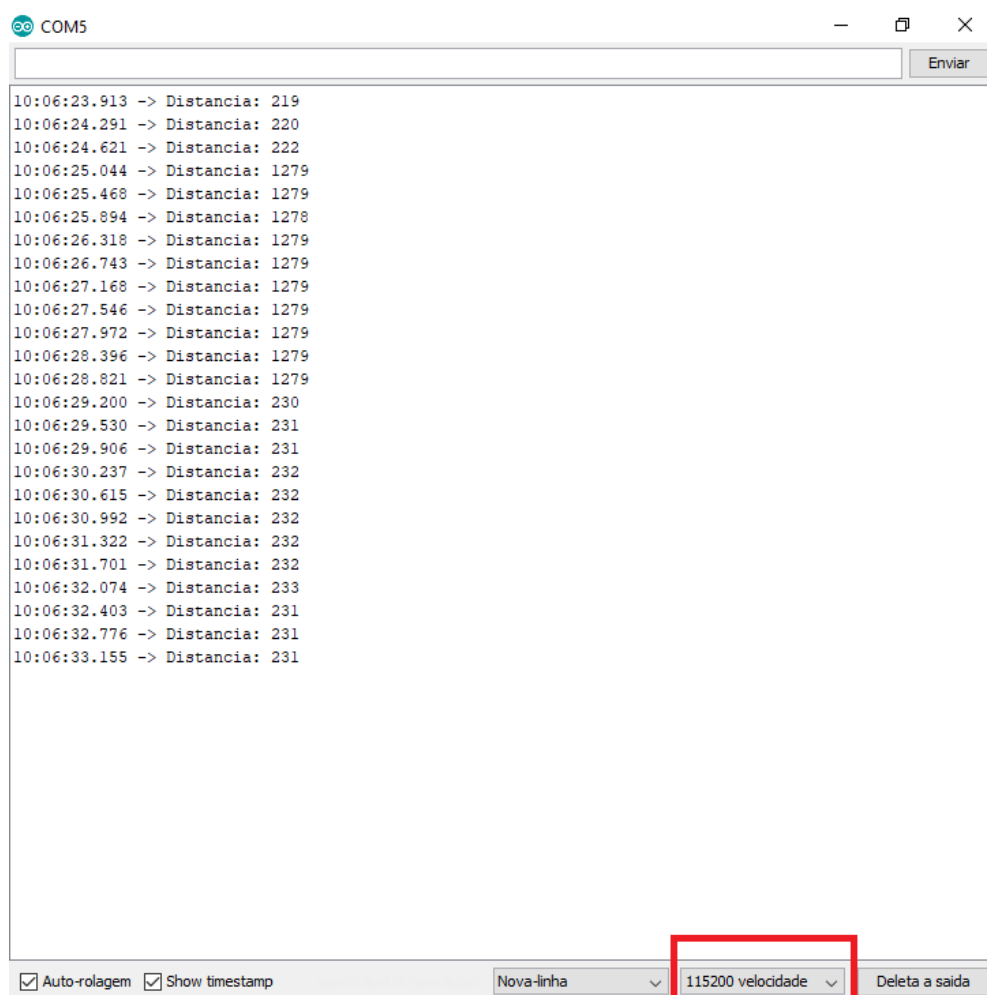
Imagem 55 – Serial monitor



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

15) O próximo passo é selecionar a **taxa de transferência** em bits por segundo (*baud rate*) para transmissão serial entre o ESP e o computador. Para esta pesquisa, será utilizada a taxa de 115200 (Imagem 56), para que seja possível visualizar no monitor do Arduino IDE os resultados enviados do ESP32.

Imagem 56 – Configurando o valor da taxa de transferência no Arduino IDE



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

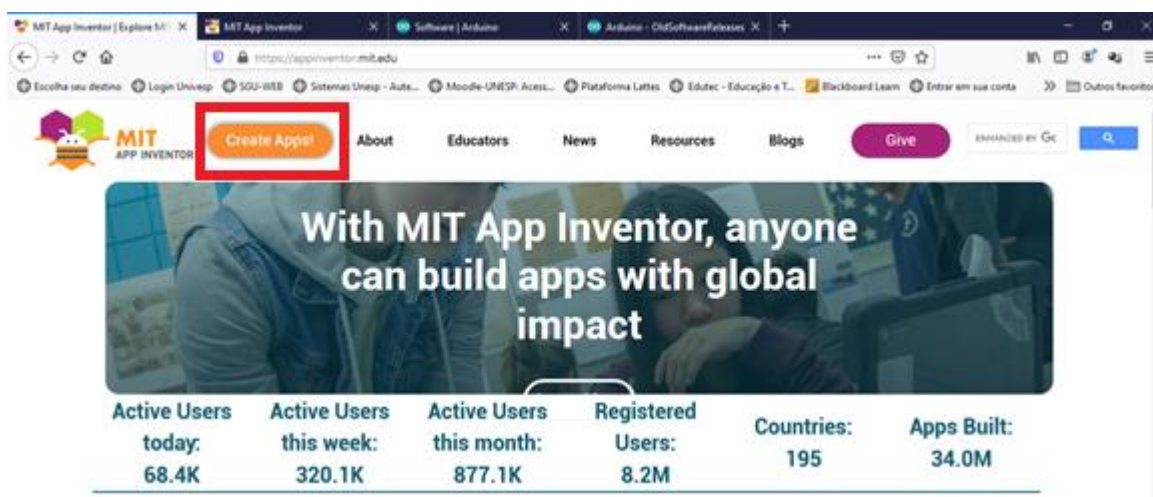
6.3.4.4 Quarta Fase: Elaboração do aplicativo para dispositivo móvel

Partindo da premissa de que os deficientes visuais utilizam *smartphone* em seu cotidiano, conforme os resultados da pesquisa de campo apontaram, sendo que o *smartphone* é usado como uma ferramenta para inclusão e acessibilidade, a bengala eletrônica desenvolvida nesta Prova de Conceito irá interagir com o dispositivo móvel da PcD.

Para o desenvolvimento deste aplicativo, utilizou-se a ferramenta App Inventor (Imagem 57), uma aplicação *Open-Source* (de código aberto) totalmente gratuita e que pode ser utilizada livremente. Foi originalmente criada pela Google, e atualmente mantida pelo *Massachusetts Institute of Technology*¹².

Para utilizar o App Inventor, é necessária a utilização de uma conta Google.

Imagem 57 – Tela inicial do site do App Inventor



Fonte: <http://appinventor.mit.edu/> (2021).

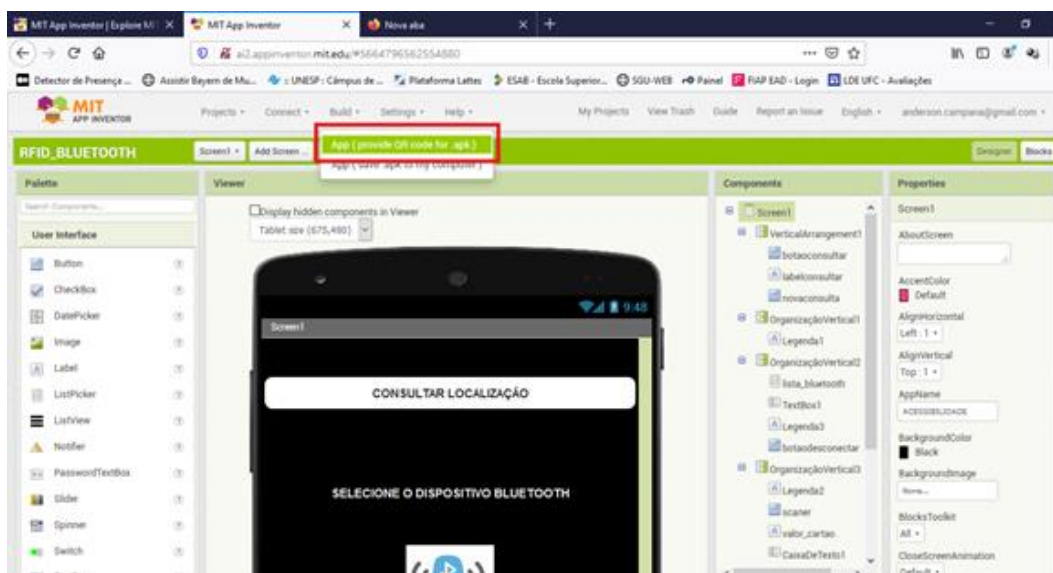
O aplicativo a ser utilizado pelo deficiente visual foi desenvolvido para o sistema operacional Android. O motivo da escolha pelo Android foi apontando nos capítulos anteriores da pesquisa, pois o Android é o sistema operacional mais utilizado na atualidade (2021).

Os testes do aplicativo foram realizados em um *smartphone* Samsung Galaxy A20 com sistema operacional Android versão 10.

¹² Disponível no site: <http://appinventor.mit.edu/> e selecionar a opção: *Create Apps*.

Após, finalizado o processo de programação o arquivo.apk necessita ser enviado para o *smartphone* para que seja instalado e testado. Esse procedimento é feito utilizando o Menu: **Build >> App (Provide QR Code for apk)**, conforme verifica-se na Imagem 58.

Imagem 58 – Compilando arquivo.apk para envio ao *smartphone*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O aplicativo é compilado e o App Inventor gera um código QR (Imagem 59).

Imagem 59 - Código QR gerado pelo App Inventor



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O QR Code será lido pelo aplicativo leitor de QR Code instalado no *smartphone*. No caso do presente trabalho, utilizou-se o *app* Barcode Scanner, (Imagem 60), que direciona para um *link* onde será realizado o *download* do instalador do aplicativo.

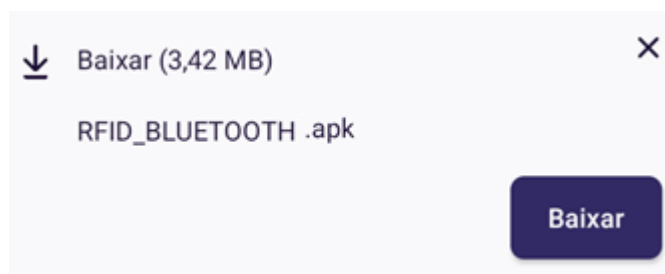
Imagem 60 – Utilizando o aplicativo leitor de QR Code para instalação do aplicativo de acessibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após executar esse procedimento, o arquivo.apk é transferido para o *smartphone*, conforme verifica-se na Imagem 61.

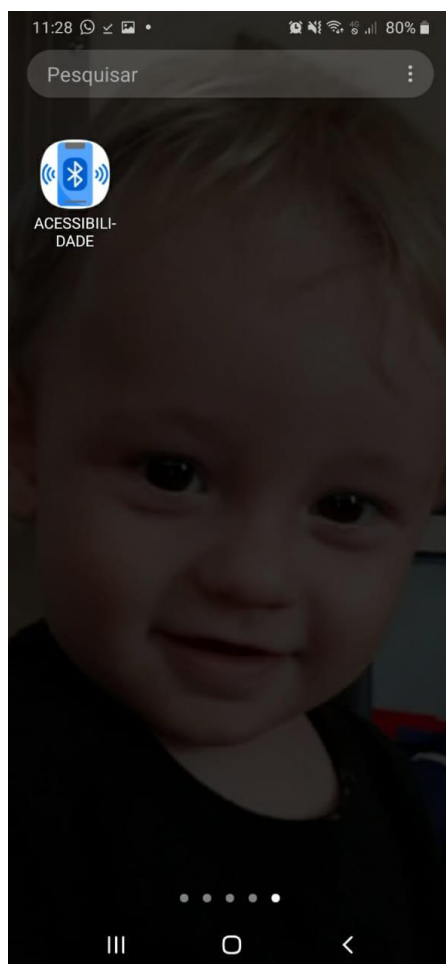
Imagem 61 – Download e instalação do aplicativo de acessibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Finalizado o *download*, deverá ser efetuada a instalação do *app*, o ícone do aplicativo de acessibilidade será inserido na tela do *smartphone*, conforme a Imagem 62, e dessa forma o aplicativo estará apto para ser utilizado.

Imagem 62 – Ícone do aplicativo inserido na tela do *smartphone*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Imagem 63 demonstra o *layout* da tela inicial do aplicativo de acessibilidade para pessoas com deficientes visuais

Imagem 63: Tela inicial do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6.4 Resultados esperados pela PoC

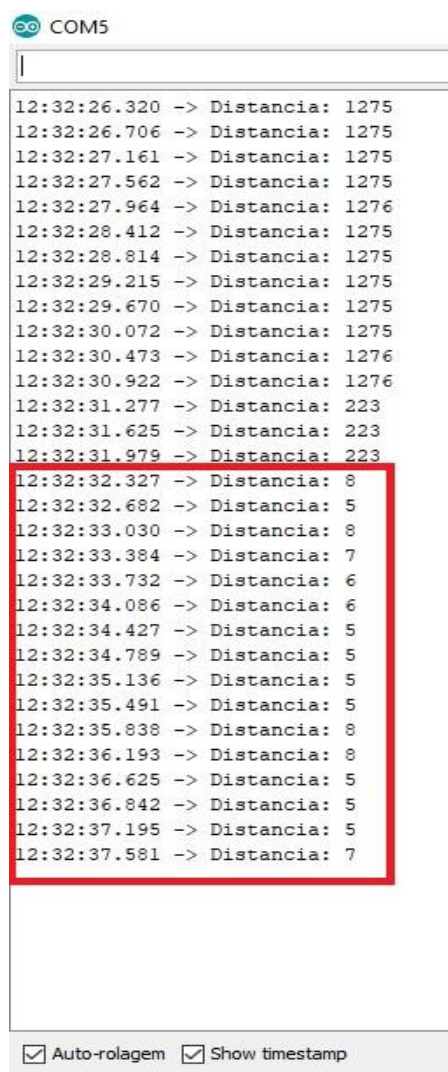
Optou-se por realizar a descrição das etapas não somente para atender às demandas da PoC, mas para que fosse possível mensurar o grau de dificuldade e detalhamento, permitindo evidenciar aquilo que efetivamente foi realizado, os *softwares* utilizados e as etapas percorridas.

A seguir, serão apresentados os resultados de cada uma das etapas da PoC. Primeiramente, o sensor ultrassônico foi programado na plataforma Arduino IDE para interagir com o microcontrolador ESP32 e realizar a verificação contínua de obstáculos durante o trajeto do deficiente visual.

Quando o deficiente visual estiver caminhando pelo piso tátil e o obstáculo for identificado pelo sensor ultrassônico, a informação será enviada para o ESP32, que realizará o cálculo da distância do objeto. Se a distância for **inferior a 50 centímetros**, a bengala eletrônica emitirá um alerta sonoro e vibratório para

o usuário por meio de um *buzzer* e de um motor *vibracall*, devidamente instalados e pré-programados na bengala. A seguir (Imagem 64), verifica-se o status do monitor serial da plataforma Arduino IDE demonstrando a distância dos objetos localizados pelo sensor ultrassônico.

Imagem 64 – Monitor serial da plataforma Arduino IDE apresentando a distância do objeto



```

COM5
12:32:26.320 -> Distancia: 1275
12:32:26.706 -> Distancia: 1275
12:32:27.161 -> Distancia: 1275
12:32:27.562 -> Distancia: 1275
12:32:27.964 -> Distancia: 1276
12:32:28.412 -> Distancia: 1275
12:32:28.814 -> Distancia: 1275
12:32:29.215 -> Distancia: 1275
12:32:29.670 -> Distancia: 1275
12:32:30.072 -> Distancia: 1275
12:32:30.473 -> Distancia: 1276
12:32:30.922 -> Distancia: 1276
12:32:31.277 -> Distancia: 223
12:32:31.625 -> Distancia: 223
12:32:31.979 -> Distancia: 223
12:32:32.327 -> Distancia: 8
12:32:32.682 -> Distancia: 5
12:32:33.030 -> Distancia: 8
12:32:33.384 -> Distancia: 7
12:32:33.732 -> Distancia: 6
12:32:34.086 -> Distancia: 6
12:32:34.427 -> Distancia: 5
12:32:34.789 -> Distancia: 5
12:32:35.136 -> Distancia: 5
12:32:35.491 -> Distancia: 5
12:32:35.838 -> Distancia: 8
12:32:36.193 -> Distancia: 8
12:32:36.625 -> Distancia: 5
12:32:36.842 -> Distancia: 5
12:32:37.195 -> Distancia: 5
12:32:37.581 -> Distancia: 7
  
```

☒ Auto-rolagem ☒ Show timestamp

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6.4.1 Motor de Vibração

O motor de vibração (Imagem 65) é um tipo de motor com tamanho reduzido e que geralmente é encontrado em aparelhos celulares e *smartphones*.

Sua função principal é emitir um sinal vibratório quando o aparelho recebe uma ligação, uma mensagem ou qualquer tipo de alerta.

Imagem 65 – Motor de vibração



Fonte: Casa da Robótica (2021).

E essa será exatamente a função do Motor *vibracall*. O Microcontrolador ESP32 enviará pulsos ao motor *vibracall* que emitirá um sinal vibratório quando a distância for considerada de risco entre a bengala eletrônica e o obstáculo.

6.4.2 Buzzer

Por sua vez, o *buzzer* (Imagem 66) funciona através de frequências. Em outras palavras, por meio da aplicação de um sinal elétrico em uma determinada frequência ele emitirá um som, funcionando também como sistema de alerta para o deficiente visual. Desse modo, o *buzzer* emitirá um sinal sonoro quando a distância também for considerada de risco.

Imagem 66 – Buzzer



Fonte: Baú da Eletrônica (2021).

6.4.3 Leitor e etiquetas RFID

Dando continuidade aos testes, a tecnologia desenvolvida tem como princípio básico que o deficiente visual caminhe pelo piso tátil do ambiente utilizando a bengala eletrônica, servindo como complemento da sinalização tátil.

Ao efetuar o trajeto, o leitor RFID que foi instalado, a princípio, na lateral direita da base da bengala eletrônica irá realizar a leitura das etiquetas RFID espalhadas no percurso.

As *tags* foram instaladas em um local padronizado do piso tátil, sempre ao término do piso direcional e no início do piso de alerta, para facilitar a identificação pelo deficiente visual e alertá-lo sobre a mudança de rota, a presença de obstáculos ou objetos ou simplesmente indicar qual é a sua localização atual.

Para realizar os testes, foram distribuídas 5 etiquetas RFID simulando o ambiente de um *shopping center* (Imagem 67), porém o número máximo de etiquetas a serem utilizadas é ilimitado.

Imagem 67 – Etiquetas RFID fixadas próximas ao piso tátil



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O deficiente visual ao trafegar pelo piso tátil terá o número identificador da etiqueta RFID (que já vem gravado de fábrica) coletado pelo leitor RFID e enviado ao microcontrolador ESP32 que transmitirá, via conexão *bluetooth*, o número identificador dessa etiqueta para o aplicativo do dispositivo móvel.

Assim, tornou-se necessário estabelecer uma relação entre os números identificadores das etiquetas RFID e as respectivas mensagens pré-programadas

para o aplicativo *mobile* a serem exibidas para o deficiente visual em seu *smartphone*. Tal relação é apresentada no Quadro 14.

Quadro 14 – Relação de código das etiquetas RFID e as mensagens de localização

Etiqueta RFID	Número Identificador da Etiqueta RFID	Mensagem de localização programada no aplicativo desenvolvido para o deficiente visual
1	6055235254	"Você está no corredor A! A sua direita encontra-se as lojas: Renner, Pernambucanas e Mariza. Ao seu lado esquerdo encontram-se as lojas: Magazine Luiza, Casas Bahia e Lojas Americanas."
2	60117234254	"Vire à direita e você estará a aproximadamente 10 metros dos banheiros."
3	44128235254	"Siga em frente por 10 metros e você estará na bilheteria do cinema."
4	108214220254	"Vire à esquerda e você estará a aproximadamente 20 metros da praça de alimentação."
5	14056234254	"A aproximadamente 5 metros há uma escada rolante."

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Sendo assim, o aplicativo desenvolvido para *smartphone* foi programado para estabelecer uma relação entre o número identificador da etiqueta e uma referência da posição atual do usuário, e assim, na medida em que as etiquetas RFID forem lidas, o deficiente visual receberá uma mensagem sonora em seu *smartphone* informando sua localização (Imagem 68).

Imagem 68 – Tela do aplicativo recebendo as informações de localização



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6.4.4 Funcionalidades do aplicativo desenvolvido

Antes da utilização do aplicativo, é necessário localizar o dispositivo *bluetooth* que se encontra acoplado na bengala eletrônica e efetuar o pareamento. Utilizou-se o nome “*Shopping*” para identificar o *bluetooth* ao qual o deficiente visual necessita conectar, conforme apresenta a Imagem 69.

Imagem 69 – Dispositivos *bluetooth* disponíveis



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Utilizou-se, nessa Prova de Conceito, a funcionalidade do *bluetooth* clássico. Dessa forma, é de vital importância que o *smartphone* do deficiente visual esteja com a função *bluetooth* ativada, para que ocorra o pareamento e a interação entre o ESP32 da bengala eletrônica e o dispositivo móvel, conforme demonstra a Imagem 70.

Imagem 70 – Conexão *bluetooth* realizada corretamente



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O aplicativo de acessibilidade permite também que o deficiente visual faça uma pesquisa de sua localização via comando de voz, em que o usuário pesquisa por um local utilizando o botão “Consultar Localização” disponível no aplicativo (Imagem 71) e utilizar o recurso de voz para efetuar a busca de localizações pré-definidas no aplicativo móvel.

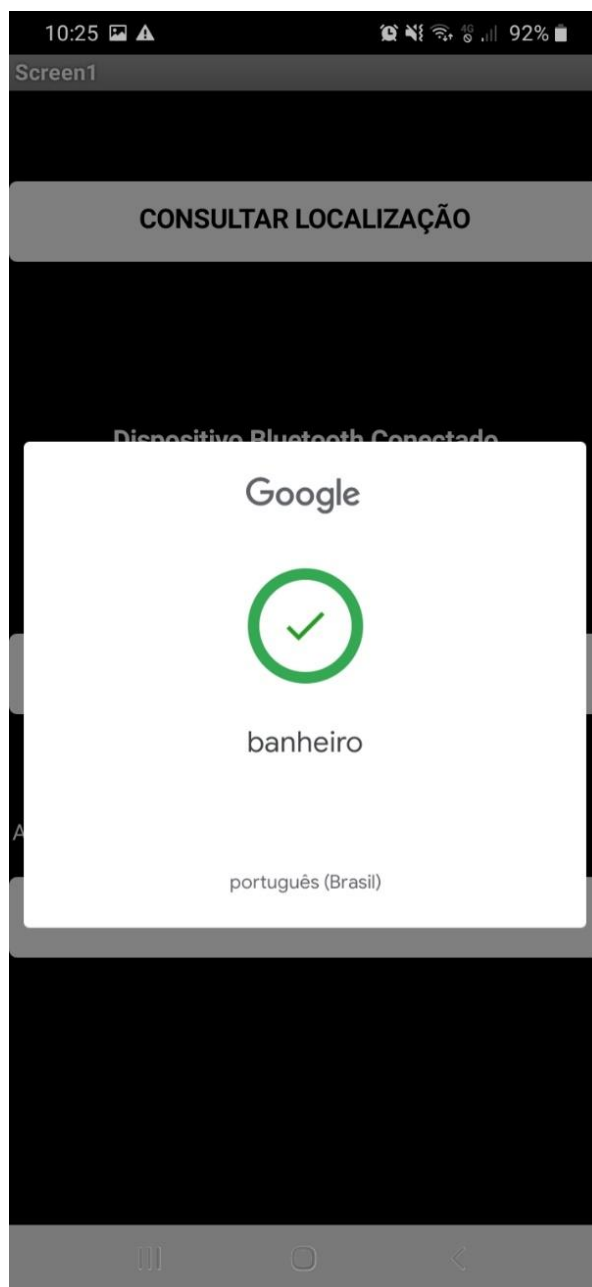
Imagem 71 – Pesquisa de localização via comando de voz



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após a realização da busca, se a localização desejada for encontrada pelo aplicativo, ela é apresentada na tela do aplicativo (Imagem 72) e uma mensagem de áudio informa ao deficiente visual qual é a localização do ambiente pesquisado, por exemplo: “O banheiro encontra-se no final do Corredor A”.

Imagem 72 – Resultado da pesquisa de localização



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O aplicativo de acessibilidade permitirá também a identificação de etiquetas QR Code espalhadas em pontos estratégicos do *shopping center*. Na

Imagem 73 é possível ver o resultado da leitura de uma etiqueta *QR Code* realizada utilizando o botão “**Consultar QR CODE**”, informando os locais disponíveis na praça de alimentação.

Imagem 73 – Resultado da leitura de uma etiqueta *QR Code*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Vale ressaltar que o texto da etiqueta *QR Code* pode ser totalmente personalizável, podendo incluir na elaboração da etiqueta detalhes e características do local desejado, como é o caso de descrição de cores e

distâncias. Para elaboração da etiqueta foi utilizado o *site* QR Code Generator¹³, no qual é possível gerar gratuitamente seu código *QR Code*, conforme se verifica na Imagem 74.

Imagem 74 – Etiqueta *QR Code* gerada para a Prova de Conceito



Fonte: Elaborado pelo autor através do *site* QR Code Generator, disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/> (2021).

6.5. Testes realizados com a tecnologia desenvolvida

A realização dos testes ocorreu entre os dias 05, 12, 19 e 26 de junho de 2021. A princípio, a ideia inicial era de que os testes fossem realizados no Jaú *Shopping Center*, na cidade de Jaú. Porém, conforme apontado anteriormente, os testes no ambiente do *shopping center* foram comprometidos, pois nesse período registrava-se um aumento gradativo no número de casos de Covid-19, e com isso as medidas de isolamento e distanciamento social também estavam mais rígidas. Vale salientar que o horário de funcionamento dos *shopping centers* estava reduzido, o que ocasionou dificuldades para implementar as etiquetas RFID no interior do *shopping center*, item primordial para a elaboração dos testes.

Houve também uma grande preocupação em expor os deficientes visuais ao contato com o vírus causador da Covid-19 durante os testes, impedindo a realização dos testes com esse público, e, consequentemente, a extração de várias impressões sobre o dispositivo tecnológico elaborado.

¹³ Disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/>.

Dessa forma, para que os testes pudessem ser realizados, utilizamos outro ambiente *indoor* (Imagem 75) com características similares às de um *shopping center*, uma escola. A autorização foi obtida junto à Secretaria de Educação do Município de Barra Bonita para a realização dos testes.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Alberto Arradi foi a escolhida pelo fato da existência de pisos táteis na grande totalidade do seu interior.

No período dos testes, devido à pandemia de Covid-19, a escola encontrava-se fechada e sem a realização de aulas ou outras atividades, o que possibilitou o uso do local.

Sendo assim, a diretora da escola permitiu a utilização do local, e como os testes foram realizados no pátio e nos corredores da escola não houve a necessidade da presença de um funcionário no local para acompanhar os procedimentos.

Imagem 75 – Local onde foram realizados os testes



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nos testes realizados no dia 05 de junho de 2021, a preocupação inicial foi com relação à utilização do aplicativo e se havia a necessidade de alteração ou adequação no código do *app* desenvolvido. Notou-se, por exemplo, que precisariam ser feitos pequenos ajustes no tempo de leitura das etiquetas RFID, corrigindo, assim, um erro que estava sendo apresentado no aplicativo de acessibilidade. Foram também efetuadas alterações no *layout* do aplicativo para que o deficiente visual pudesse utilizá-lo de maneira mais satisfatória.

Os testes realizados serviram, ainda, para corrigir erros de montagem da bengala eletrônica, na qual foram feitas readequações. Uma delas foi feita na posição do leitor de RFID, que inicialmente estava instalado na parte inferior da bengala no lado direito. Após os testes iniciais, notou-se a necessidade de readequar a instalação desse leitor para a parte traseira inferior da bengala eletrônica para que a leitura das etiquetas RFID fosse realizada corretamente.

Os testes realizados durante o dia 12 de junho de 2021 permitiram perceber a necessidade de adequação na distância de leitura do sensor ultrassônico. A princípio, esse dispositivo estava programado para enviar um sinal de alerta quando detectasse um objeto ou obstáculo a uma distância de 30 centímetros. Porém, foi observado que esta distância estava muito pequena (curta). Assim, o valor foi readequado para 50 centímetros. Dessa forma, quando a bengala eletrônica detecta algum objeto ou obstáculo a uma distância inferior a 50 centímetros será emitido um alerta sonoro e vibratório para o deficiente visual através de um *buzzer* e do motor *vibracall*, ambos devidamente instalados e pré-programados na bengala.

Foi também analisada a bateria utilizada na PoC e constatou-se que sua vida útil é adequada ao dispositivo eletrônico, mantendo-se em funcionamento por todo ciclo de testes que perdurou por 4 horas ininterruptas.

Ainda durante esses testes, observou-se a necessidade da instalação de uma melhoria futura, que consiste no acoplamento de um segundo sensor ultrassônico a meia altura da bengala eletrônica para identificação de objetos e obstáculos localizados na altura dos membros inferiores e da cintura do deficiente visual.

No terceiro dia de testes, 19 de junho de 2021, notou-se que, em alguns momentos, as funções sonoras do aplicativo desenvolvido conflitaram com o

software leitor de telas do *smartphone*. Para resolver o conflito será necessária a ampliação dos testes e, talvez, algumas readequações, como por exemplo, a instalação de um botão para desativar as funções sonoras do aplicativo de acessibilidade. Nesse sentido, em função do prazo para a defesa da tese, optou-se por desenvolver uma lista de recomendações para melhorias futuras no projeto, incorporando essa e outras demandas que surgiram.

Por fim, no dia 26 de junho de 2021, foi realizado um teste mais ampliado no sentido de simular e observar a utilização da bengala eletrônica em condições similares às de uma pessoa com deficiência visual (Imagem 76). Assim, com o auxílio de sua esposa Bianca Savian Campana, o autor deste estudo realizou uma simulação da situação utilizando uma venda nos olhos, impedindo, assim, de enxergar o caminho a ser percorrido.

Imagem 76 – Testes com olhos vendados



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Durante o período do teste, percorrendo o percurso do piso tátil, ocorreram eventuais problemas na leitura do sensor ultrassônico e do leitor RFID quando foram realizados movimentos bruscos com a bengala. Observou-se que os dispositivos instalados na bengala deixaram de fazer a leitura correta das informações e acabam não alertando sobre um possível obstáculo à frente, no caso do sensor ultrassônico, e sobre a localização, no caso do leitor RFID.

Ainda com relação ao leitor RFID, notou-se que a distância deste em relação às etiquetas RFID que estavam espalhadas pelo piso tátil não pode ser superior a 5 cm para que a leitura possa ser efetuada com sucesso. Percebeu-se, também, que quando a bengala é afastada a uma distância maior, a leitura da etiqueta não é efetuada com sucesso pelo aplicativo desenvolvido.

6.5.1 Testes da Bateria

Conforme apontado anteriormente, durante os testes foram realizadas algumas experiências referentes à duração da bateria de 5V utilizada. Após diversas medições com um multímetro, notou-se que o microcontrolador ESP32 consumiu em média 0,128 A (128 mA). A capacidade da bateria utilizada durante a Prova de Conceito é de 6000 mA. É importante mencionar que para obter a duração de uma bateria foi utilizada a seguinte equação:

$$T = C/I$$

T = Tempo (horas)

C = Capacidade da Bateria

I = Corrente consumida

Dessa forma, a autonomia esperada para essa bateria é de aproximadamente 46 horas, considerando que a bengala eletrônica esteja ligada de forma ininterrupta durante todo o período.

6.6 Lições Aprendidas

A escolha do ESP32 foi correta, pois esse microcontrolador dispõe de configurações mais robustas que o Arduino UNO, microcontrolador que foi

cogitado inicialmente para ser utilizado nessa Prova de Conceito. Como citado anteriormente, o Arduino Uno não apresentava alguns atributos como *bluetooth* integrado, sendo necessário, assim, a aquisição de um módulo *bluetooth* para compor a estrutura do dispositivo e, por isso, seu uso acabou sendo descartado.

Durante a realização dos testes com a bengala eletrônica foi possível constatar que o leitor RFID da bengala deverá estar a uma distância inferior a 5 centímetros para que a leitura da etiqueta seja feita corretamente.

Outras oportunidades de mudanças e melhorias também foram detectadas durante o processo de avaliação e serão descritas a seguir.

6.7 Recomendações de melhorias futuras e decisões finais

Após a realização dos testes e alguns ajustes e readequações, também considerando o prazo de encerramento da tese, optou-se por elencar as sugestões de melhorias futuras para o projeto, conforme descritas a seguir.

- Possibilidade de desenvolvimento de uma bengala dobrável, para facilitar o transporte e o acondicionamento quando esta não estiver sendo utilizada pelo deficiente visual;
- Instalação de um segundo sensor ultrassônico a meia altura da bengala eletrônica para identificação de objetos e obstáculos não somente próximos ao chão, mas também localizados na altura dos membros inferiores e da cintura do deficiente visual;
- Inserção de um botão no aplicativo para desativar as funções sonoras, lembrando que tais funções seriam então assumidas pelo *software* leitor de telas que faria a leitura dos textos exibidos no aplicativo e converteria em áudio para a compreensão do usuário.
- Realização de alguns ajustes e novos testes para solucionar problemas na leitura das informações do sensor ultrassônico e do leitor RFID quando a

bengala for movimentada bruscamente, para que os dispositivos não deixem de fazer a leitura correta das informações.

- Necessidade de desenvolver uma integração entre o aplicativo móvel com uma aplicação de banco de dados, utilizando, por exemplo, o *Firestore*, para que seja possível efetuar o cadastramento dos pontos de localização diretamente na base de dados, aumentando assim a possibilidade de cadastramento de pontos de localização.
- Disponibilização do aplicativo na loja oficial de aplicativos para o sistema operacional Android (Google Play) para que as pessoas com deficiência visual possam realizar o *download* e utilizar o aplicativo.
- Possibilidade de utilização do microcontrolador ESP32 CAM para realização de novos testes, tendo em vista que é uma variante do microcontrolador ESP32 utilizado nessa Prova de Conceito. A sugestão é de integração com a câmera OV2640 de 2MP, o que permitiria a realização de testes para desenvolvimento de uma tecnologia de identificação de objetos previamente cadastrados, utilizando inclusive o *TensorFlow*, uma biblioteca de código aberto para aprendizado de máquina utilizada também para identificação de objetos.
- Realização de novos testes, porém no ambiente de um *shopping center* e com a participação de deficientes visuais, assim que as condições sanitárias estiverem mais flexíveis. Dessa forma, será possível efetuar novos ajustes objetivando aprimorar o produto final.

6.8 Considerações dos Resultados Obtidos na Prova de Conceito

A partir dos resultados finais coletados nessa PoC, é possível afirmar que a tecnologia desenvolvida realmente é útil para as pessoas com deficiência visual. Foi possível concluir também que os objetivos do projeto foram

alcançados, sendo necessário dar continuidade ao desenvolvimento e aperfeiçoamento do produto idealizado.

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento da tecnologia assistiva de baixo custo, denominada bengala eletrônica, empregando o microcontrolador ESP32, juntamente com o sensor ultrassônico e o leitor de etiquetas RFID, combinados com um *app* para *smartphone* podem ampliar e, em alguns casos, possibilitar, com baixo custo, a acessibilidade no processo de locomoção e de localização para pessoas com deficiência visual em ambientes *indoor*, como é o caso de um *shopping center*. Não se trata de um projeto conclusivo. Novos testes e outras funcionalidades serão desenvolvidos e implementados, tornando o produto ainda mais acessível.

6.9 Registro de revisão de diretrizes

Data de alteração	Versão	Descrição da alteração	Autor e Organização
14/04/2021	1.0	Criação inicial da Bengala Eletrônica	Anderson Campana
14/09/2021	1.1	Conteúdo Revisado – Sem Alterações	Anderson Campana

6.10 Conclusões da Tese

As pesquisas realizadas nesta tese fomentaram diferentes indagações na busca de tecnologias que pudessem auxiliar os deficientes visuais em suas atividades cotidianas e consequentemente possibilitar mais autonomia e inclusão a esse grupo de pessoas.

Para auxiliar a pesquisa, foi realizada uma revisão teórica sobre os principais conceitos, inclusive os que norteiam a questão da acessibilidade e inclusão, bem como a evolução de leis e decretos que buscam garantir os direitos das PcDs.

Durante a etapa de revisão teórica buscou-se atender aos preceitos estabelecidos pelos ODS, no sentido de assegurar os direitos humanos, e lutar contra a desigualdade, a exclusão, entre outros.

A parte teórica também possibilitou um levantamento das tecnologias já existentes, bem como das principais lacunas dos aplicativos tecnológicos disponíveis no mercado. As necessidades dos deficientes visuais foram conhecidas por intermédio da pesquisa de campo com a aplicação de um questionário eletrônico para um grupo de deficientes visuais. Os resultados, além de possibilitarem o conhecimento sobre as principais demandas, igualmente oportunizaram verificar como as tecnologias digitais podem ajudar no processo de acessibilidade.

Assim, sistematizando os dados e reflexões da pesquisa de campo e da revisão teórico-conceitual foi, então, elaborada uma Prova de Conceito de uma bengala eletrônica, tendo como base os apontamentos colhidos.

A Prova de Conceito buscou a elaboração de uma tecnologia de baixo custo procurando demonstrar que tal instrumento poderia ser capaz de ampliar a acessibilidade e a inclusão de pessoas com deficiência visual em *ambientes indoor*, como é o caso dos *shopping centers*.

Apesar da necessidade de ajustes e testes mais aprofundados, acredita-se, ao final desta pesquisa, que o resultado apresentado por este trabalho atingiu o objetivo central que era demonstrar como as tecnologias digitais têm um papel importante no processo de acessibilidade, gerando independência na realização de atividades cotidianas e expandindo a inclusão de pessoas com deficiência visual. Esse resultado também demonstrou que os aplicativos e produtos resultantes podem ser desenvolvidos com qualidade e a baixo custo, ampliando ainda mais o acesso desse grupo às atividades sociais e culturais.

Vale salientar que a construção da bengala eletrônica e do aplicativo de acessibilidade só foi possível com a ajuda dos deficientes visuais, em especial na pesquisa exploratória, com resultados obtidos no questionário.

Há a necessidade da realização de novos testes na bengala eletrônica e no aplicativo de acessibilidade em ambientes *indoor* com a presença de deficientes visuais, para que seja possível obter relatos mais aprimorados das melhorias necessárias ao projeto.

Por fim, pretende-se incorporar à bengala eletrônica novas tecnologias digitais, as quais não puderam ser incluídas na presente pesquisa devido à questão do prazo para a defesa da tese, mas que podem aumentar a acessibilidade do produto e, assim, permitir uma maior mobilidade no processo de localização e locomoção de pessoas com deficiência visual.

REFERÊNCIAS

ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. (2020). **Critério Brasil 2020**. Disponível em: [http:// www.abep.org/criterio-brasil](http://www.abep.org/criterio-brasil). Acesso em: nov. 2020.

ABNT NBR 9050:2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Disponível em: http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/NBR9050.pdf. Acesso em: out. 2020.

ABRAHÃO, J.I.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à Ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo, SP: Ed. Blucher. 2009.

ACESSOMINAS. **Mapa Tátil sem pedestal**. 2021. Disponível em: <https://www.acesominas.com.br/produtos/mapa-tatil-sem-pedestal/>. Acesso em: abr. 2021.

AGENDA 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/ods/10/>. Acesso em: jan. 2020.

ALMEIDA, A. R., DOS SANTOS, J. C., RODRIGUES, M. H., DE MELLO, R. B. (2015). **Construção de uma bengala Eletrônica para Deficiente Visual**. Interação - Revista De Ensino, Pesquisa E Extensão, 17(17), 111 - 128. Disponível em: <https://periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/view/80/68>. Acesso em: fev. 2021.

AMARO, L.; MEIRA, P.; CAMARGO, S.; SLONGO, L. **Em que posso ajudar? O varejo e os portadores de deficiência visual**. **Anais do Encontro de Marketing da ANPAD**, Curitiba, PR, Brasil, 3, 2008.

AMAZONAS, J. R. **Opportunities, challenges for internet of things technologies**. IN: VERMESAN, O.; FRIESS, P. (Orgs). Internet of things -global technological and societal trends from smart environments and spaces to green ICT. River Publishers, 2010.

APPLE STORE. **Digit-Eyes**. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/digit-eyes/id376424490>. Acesso em: fev. 2021.

APPLE STORE. **Seein AI**. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/seeing-ai/id999062298>. Acesso em: fev. 2021.

ARAÚJO, R.P.; FRERE, A.F.; SILVA, R.L.A.; MEDEIROS, V.U.S.; DIRANI, E.A.T.

Sistema complementar RFID para localização de deficientes visuais em ambientes fechados. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014. Disponível em: http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_311.pdf. Acesso em: abr. 2021.

ARAÚJO, Renato Pereira de. **Sistema RFID complementar de piso tátil para localização de deficientes visuais em ambientes fechados**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Saúde) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11477>. Acesso em: mar. 2021.

ASHTON, Kevin. **That 'Internet of Things' thing**. Publicado no RFID Journal, 2009. Disponível em: <http://www.rfidjournal.com/article/view/4986>. Acesso em: jan. 2020.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. **The internet of things: a survey**. Computer Networks, 2010.

BAÚ DA ELETRÔNICA. **Buzzer 5V**. 2021. Disponível em: https://www.baudaeletronica.com.br/buzzer-5v.html?gclid=EAIaIQobChMIruOV__qA8AIVh7LCh3h6wjwEAQYASABEgI0_fD_BwE. Acesso em: mar. 2021.

BENGALA LEGAL. **Soroban**: calculadora para pessoas com deficiência visual. 2020. Disponível em: <http://www.bengalalegal.com/soroban>. Acesso em: fev. 2020.

BERNARDO, Claudio Gonçalves. **A Tecnologia RFID e os Benefícios da etiqueta inteligente para os negócios**, 2004. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3368124-A-tecnologia-rfid-e-os-beneficios-da-etiqueta-inteligente-para-os-negocios.html>. Acesso em: abr. 2021.

BERNARDO, Claudio Gonçalves; MUÑOZ, Ivette Kafure; SILVA, Tiago Barros Pontes. **Necessidade de informação da pessoa com deficiência visual e a proposta de artefato para sua mobilidade indoor**. Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia, n. 3, v. 15, p. 77-89, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/pbcib/article/view/54612/31432>. Acesso em: mai. 2021.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: CEDI, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: fev. 2020.

BLOG AUDIODESCRIÇÃO. **O que é audiodescrição**. Disponível em: <http://audiodescricao.com.br/ad/o-que-e-audiodescricao/>. Acesso em: fev. 2020.

BRAILLE - Conceito, o que é, Significado. Disponível em: <https://conceitos.com/Braille/>. Acesso em: jan. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **DECRETO Nº 5.296**, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis N.º 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às

peessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: jan. 2020.

BRASIL. **Decreto Legislativo n. 186**, de 9 de julho 2008. Aprova o texto da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e de seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007. Brasília, DF: Senado Federal, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/CONGRESSO/DLG/DLG-186-2008.htm. Acesso em: nov. 2020.

BRASIL. **Portaria nº 188**, de 24 de março de 2010, altera a redação da Norma Complementar nº 01/2006 – Recursos de acessibilidade, para pessoas com deficiência, na programação veiculada nos serviços de radiodifusão de sons e imagens e de retransmissão de televisão, aprovada pela Portaria nº 310, de 27 de junho de 2006. ANATEL. 2010. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/legislacao/normas-do-mc/443-portaria-188#art1>. Acesso em: fev. 2020.

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) e dá outras providências. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: jan. 2020.

BRASIL. **Decreto Nº 9.854**, de 25 de junho de 2019. Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9854.htm. Acesso em: out. 2020.

BRASIL DE FATO. Material disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/08/10/quem-sao-as-pessoas-que-nao-tem-acesso-a-internet-no-brasil>, acesso: jan. 2020.

BROSSARD, Celso Silva. **Sistema Autônomo de Localização de Indivíduos em Ambientes Indoor Através da Tecnologia RFID**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção de grau de Tecnólogo em Redes de Computadores. 2014. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/495/2019/05/2014-TCC_Celso_Silva_Brossard.pdf. Acesso em: abr. 2021.

CAMPANA, Anderson Rogério; GOBBI, Maria Cristina. **Análise da Qualidade e Usabilidade dos Softwares Leitores de Tela Visando a Acessibilidade para as Pessoas com Deficiência Visual**. Dissertação de Mestrado apresentado ao

Programa de Pós-graduação em Mídia e Tecnologia, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – (FAAC), da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP), em cumprimento aos requisitos parciais para obtenção do título de Mestre em Mídia e Tecnologia sob a orientação da Profa. Adj. Maria Cristina Gobbi. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150749>. Acesso em: fev. 2021.

CAT – Comitê de Ajudas Técnicas. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007. Disponível em: http://www.comunicacaoalternativa.com.br/artigos-cientificos/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf?attredirects=0&d=1. Acesso em: fev. 2020.

CARLIN, Fernanda. **Acessibilidade Espacial em Shopping Center: Um Estudo de Caso.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/87604>. Acesso em: out. 2020.

CASA DA ROBÓTICA. **Motor de Vibração Vibracall 1027 3v.** 2021. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/motores-dc/motor-de-vibracao-vibracall-1027-3v>. Acesso em: mar. 2021.

CASAGRAS. **CASAGRAS na EU framework 7 project.** Disponível em: <https://docbox.etsi.org/zArchive/TISPAN/Open/IoT/low%20resolution/www.rfidglobal.eu%20CASAGRAS%20IoT%20Final%20Report%20low%20resolution.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

CAVALCANTE, E.; ALVES, M. P.; BATISTA, T.; DELICATO, F. C.; PIRES, P. F. **An analysis of reference architectures for the Internet of Things.** In: ACM. Proceedings of the 1st International Workshop on Exploring Component-based Techniques for Constructing Reference Architectures. [S.l.], 2015. p. 13–16.

CBN Curitiba. **Como é o trabalho de audiodescrição para pessoas com deficiência visual.** 2019. Disponível em: <https://cbncuritiba.com/como-e-o-trabalho-de-audiodescricao-para-pessoas-com-deficiencia-visual/>. Acesso em: mar. 2020.

CERP IoT – **INTERNET OF THINGS EUROPEAN RESEARCH CLUSTER.** **Internet of Things:** Strategic Research Roadmap, 2009. http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Cluster_Strategic_Research_Agenda_2009.pdf. Acesso em: out. 2020.

CERVIERI JÚNIOR, Osmar *et al.* **Tecnologias emergentes aplicáveis ao varejo.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 42, p. [131]-166, set. 2015.. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9556>. Acesso em: out. 2020.

CGI.br - Comitê Gestor da Internet (2017). **Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Domicílios Brasileiros.**

Pesquisa TIC Domicílios 2016. São Paulo, SP: CGI.br. Disponível em: <https://cetic.br/publicacao/pesquisasobre-o-uso-das-tecnologiasde-informacao-e-comunicacaonos-domicilios-brasileiros-ticdomicilios-2016/>. Acesso em: out. 2020.

CGI.br - Comitê Gestor da Internet (2019a). **Desigualdades Digitais no Espaço Urbano: um estudo sobre o acesso e o uso da Internet na cidade de São Paulo**. (Cadernos NIC.br. Estudos Setoriais). São Paulo, SP: CGI.br. Disponível em: <https://cetic.br/publicacao/desigualdadesdigitais-no-espaco-urbano-umestudo-sobre-o-acesso-e-o-uso-dainternet-na-cidade-de-sao-paulo/>. Acesso em: nov. 2020.

CGI.br - Comitê Gestor da Internet. 2020. **Acessibilidade e Tecnologias: Um panorama sobre acesso e uso de Tecnologias de Informação e Comunicação por pessoas com deficiência no Brasil e na América Latina**. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. -- 1. ed. -- São Paulo. Comitê Gestor da Internet no Brasil. Disponível em: <https://www.cgi.br/publicacao/acessibilidade-e-tecnologias-um-panorama-sobre-acesso-e-uso-de-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-por-pessoas-com-deficiencia-no-brasil-e-na-america-latina/>. Acesso em: out. 2020.

COBRA, Marcos. **Marketing básico: uma perspectiva brasileira**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CORREIO. **Ministro da Educação se desculpa por declarações sobre alunos com deficiência**. Correio Braziliense, editoria de Política. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/politica/2021/09/4947238-ministro-da-educacao-se-desculpa-por-declaracoes-sobre-alunos-com-deficiencia.html>. Acesso em: set de 2021

COSTA, R. Nova Escola. **Como funciona o Sistema Braille?** (2009). Disponível em: <http://novaescola.org.br/conteudo/397/como-funciona-sistema-Braille>. Acesso em: set. 2020.

CURTO CIRUCUITO. **Conhecendo o ESP32**. 2021. Disponível em: <https://www.curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/conhecendo-esp32>. Acesso em: mar. 2021.

DAMASCENA, Elielson Oliveira. **Elementos sensoriais em supermercados: uma investigação na perspectiva transformativa do consumidor junto a pessoas com deficiência visual**. Recife, 2013. 121 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-graduação em Administração, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10862>. Acesso em: abr. 2020.

DA SILVA, C. B. **Prova de Conceito (PoC): o que é e como construir?** 2019. Disponível em: <https://blog.nectarcrm.com.br/o-que-e-prova-de-conceito/>. Acesso em: fev. 2021.

DE BARROS, C. A. N. **Sistema de detecção e marcação de pontos de obstáculos como auxílio a pessoas com deficiência visual**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica, na Faculdade Doctum de Caratinga, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduação em Engenharia Elétrica. 2018. Disponível em: <http://dspace.doctum.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/229/1/TCC%20C3%81SSIO%20BARROS.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

DE FREITAS, Ícaro Vitor Fernandes; SALES MELO, Francisco Vicente. **Acessibilidade no varejo brasileiro: o que pensa o consumidor deficiente?** ", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, n. 30 (out-dez 2015). Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2015/04/consumo.html>. Acesso em: abr. 2020.

DE OLIVEIRA, T.A. B.; DOS SANTOS, F.A. N. V.; CINELLI, M. J. **Sistemas de Navegação Indoor e Sistema de Compras para Pessoas com Deficiência Visual**: Potenciais no Uso em Supermercados. Human Factors in Design. v. 6 n. 11 (2017). Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/9524>. Acesso em: mar. 2021.

DISCHINGER, Marta. **Designing for all senses: accessible spaces for visually impaired citizens**. Göteborg, Sweden, 2000. 260f. Thesis (for the degree of Doctor of Philosophy) – Department of Space and Process School of Architecture, Chalmers University of Technology, 2000.

DOSVOX. **Ferramentas do sistema DOSVOX**. 2000. Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/ferramentas.htm>. Acesso em: mar. 2020.

EQUIPOS ANTIHURTO. **Etiqueta de Rádio Frequência utilizada para monitorar objetos**. 2020. Disponível em: <https://www.equiposantihurto.com/blog/etiquetas-adhesivas-rf-am/index.html>. Acesso em: fev. 2020.

ESTADÃO. **Pessoas com deficiência visual querem ler mais**. 2019. Disponível em: <https://brasil.estadao.com.br/blogs/vencer-limites/pessoas-com-deficiencia-visual-querem-ler-mais/>. Acesso em: jan. 2020.

ESTADÃO. **Primeiro Shopping foi inaugurado em 1966**. 2013. Disponível em: <https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,primeiro-shopping-foi-inaugurado-em-1966-imp-,999938>. Acesso em: jan. 2021.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas: Como a Próxima Evolução da Internet Está Mudando Tudo**. [s.l.]: Cisco (ibsg), 2011.

FELINTO, Thalita Gomes *et al.* **Acessibilidade para pessoas com deficiências nos Shoppings**. Projectus. Rio de Janeiro. v 3. n.3. p.157-172. (2018). Disponível em: revistas.unisuam.edu.br. Acesso em: nov. 2020.

FERNANDO K. **ESP32 com RFID: Controle de Acesso**. Disponível em: <https://www.fernandok.com/2018/02/esp32-com-rfid-controle-de-acesso.html>. Acesso em: abr. 2021.

FERNANDES, H.R.M. **Orientação de Cegos usando Visão por Computador**. Dissertação de Mestrado em Informática, Universidade De Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2010. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/24087638/orientaaa-de-cegos-usando-visao-por-computador>. Acesso em: mar. 2021.

FILIPEFLOP. **ESP 32**. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp32-bluetooth/>. Acesso em: mar. 2021.

FLATSCHART, F. **ePUB3: publicações multimídia interativas**. iMasters. 2013. Disponível em: <https://imasters.com.br/front-end/epub3-publicacoes-multimidia-interativas>. Acesso em: nov. 2020.

FLORES, D.M.F.; LISBOA, D.E. D.; BARBOSA, Y. S.; COSTA, M. **Sistema de auxílio a locomoção de deficientes visuais via aplicativo e beacons**. CONIC SEMESP. 19º Congresso Nacional de Iniciação Científica. 2019. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2019/trabalho-1000004699.pdf>. Acesso em: abr. 2021.

FRAUCHES, A. E. N.; RAMOS, E. C. S.; PINHEIRO, P. P.; SILVA, L. S. S.; MOREIRA, C. C.; MONTEIRO, P. G.; DA SILVA, M. G. D.; DA SILVA, D. V. C. **Bengala Inteligente: Um sistema de Baixo Custo para Locomoção Autônoma de Pessoas com Deficiência Visual**. Mostra Nacional de Robótica. 2013. Disponível em: <http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/ce8497c381737baea6ad35fd6b8ae0e0.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

FREITAS, Alice; LIMA, Atos; SANTOS, Marcelo. Protótipo de Bengala Inteligente de Baixo Custo para o Auxílio de Deficientes Visuais. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, [S.l.], p. 1344, nov. 2016. ISSN 2316-8889. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7060>. Acesso em: mar. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2016.1344>.

FREITAS DIAS, R. R. **Internet das coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios**. São Paulo: Metres Books, 2016.

FRENCH, William. **Proof of Concept - Pilot Guideline**. 2010. Disponível em: <https://www.dhs.gov/providers/Providers/Documents/Business%20and%20Tech%20Standards/Applicaition%20Domain/Proof%20of%20Concept%20-%20Pilot%20Guideline.doc>. Acesso em: out. 2021.

FRIEDEWALD, M.; RAABE, **Ubiquitous computing: an overview of technology impacts**. Telematics and Informatics, 2011.

FUNDAÇÃO DORINA NOWILL PARA CEGOS. 2020. Disponível em: <https://www.fundacaodorina.org.br>. Acesso em: jan. 2020.

GAEA. Por que é importante fazer uma Prova de Conceito? (PoC). 2020. Disponível em: <https://gaea.com.br/por-que-e-importante-fazer-uma-prova-de-conceito/>. Acesso em: fev. 2021

GARTNER. Internet of Things Definition. 2017. Disponível em: <http://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things/>. Acesso em: jan. 2020.

GERHARDT, T. E.; Silveira, D. T. (Orgs.). (2009). Métodos de pesquisa. Editora da UFRGS.

GIULIANI, Antônio Carlos. Varejo no Brasil: as razões para reinventá-lo. Giuliani Marketing. 2003. Disponível em: <http://giulianimarketing.pro.br/site/wp-content/uploads/2016/10/Varejo-no-Brasil-as-raz%C3%B5es-para-reinvent%C3%A1-lo.pdf>. Acesso em: abr. 2020.

GOOGLE PLAY. Bus Alert. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app_dev.gps_alert. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. CittaMobi Acessibilidade. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.cittamobi.acessibilidade&hl=pt_BR. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. Google Maps. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps&hl=pt_BR. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. Guia de rodas acessibilidade. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.parallel30.guiaderodas&hl=pt_BR. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. Lazarillo GPS. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lazarillo&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. Moovit. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tranzmate&hl=pt_BR. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. Waze. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.waze&hl=pt_BRA. Acesso em: fev. 2021.

GOOGLE PLAY. Wheelmap. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.wheelmap.android.online&hl=pt_BR. Acesso em: fev. 2021.

GUIMARAES, J. **Método para Manutenção de sistema de software utilizando técnicas arquiteturas**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia. 2008. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-29012009-134316/publico/Dissertacao_JulioHNOG_200810202304_Revisoes.pdf. Acesso em: fev. 2021.

HPLUSPEDIA. **RFID**. 2018. Disponível em: <https://hpluspedia.org/wiki/RFID>. Acesso em: abr. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010.

Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/noticiasceso?busca=1&id=3&idnoticia=2170&view=noticia>. Acesso em: nov. 2020.

JONES, P.; COMFORT, D.; HILLIER, D. **What's in store?** Retail marketing and corporate social responsibility. *Marketing Intelligence & Planning*, v. 25, n. (1), 2007. P. 17-30.

KAUFMAN-SCARBOROUGH, C. **Retailers perceptions of the Americans with Disabilities Act**: suggestions for low-cost, high impact accommodations for disabled shoppers. *Journal of Consumer Marketing*, v. 15, n. (2), 1998. P. 94-110.

KORESHOFF, T. L., ROBERTSON, T., and LEONG, T. W. (2013). **Internet of things**: A review of literature and products. In Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration, OzCHI '13, pages 335–344, New York, NY, USA. ACM.

LACERDA, F.; LIMA-MARQUES, M. **Da necessidade de princípios de arquitetura da Informação para a Internet das Coisas**. Perspectivas em Ciência da Informação, v.20, n.2, p.158-171, abr./jun. 2015.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisa; amostragem e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LAMICHHANE, K. (2014). **Concept note on United Nations Expert Group Meeting on Disability data and statistics, monitoring and evaluation**: the way forward, a disability inclusive development agenda towards 2015 and beyond. Paris, FR: UNESCO Headquarters. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/about-us/expert-groupmeetings/united-nations-expertgroup-meeting-on-disability-dataand-statistics-monitoring-andevaluation-the-way-forward-adisability-inclusive-development-agenda-towards-2015-andbeyond-unesco-hea.html> . Acesso em: nov. 2020.

LEMONS, Edison Lemos; CERQUEIRA, Jonir Bechara. **O Sistema Braille no Brasil**. Publicação técnico-científica do Centro de Pesquisa, Documentação e Informação do Instituto Benjamin Constant. n. 2 (1996). Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/676/389>. Acesso em: fev. 2021.

LIMA, F.; SOUZA, S.; VOLKMER, M.; COSTA, R. Desenvolvimento de uma Bengala Automatizada Utilizando Arduino para Deficientes Visuais. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, [S. l.], v. 18, n. 1, 2020. DOI: 10.5753/reic.2020.1711. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/reic/article/view/1711>. Acesso em: mar. 2021.

LOJA CIVIAM. **Teclado para Baixa Visão Teclas Amarelas Letras Pretas**. Disponível em: <https://www.lojaciviam.com.br/baixa-visao/teclados/teclado-para-baixa-visao-teclas-amarelas-letras-pretas>. Acesso em: mar. 2020.

MACHADO, E. V. *et al.* **Orientação e Mobilidade**: Conhecimentos básicos para a inclusão do deficiente visual. Brasília: MEC, SEESP, 2003. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ori_mobi.pdf. Acesso em: abr. 2021.

MADRUGA, Sidney. **Pessoas com Deficiência e Direitos Humanos**. 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2016.

MANCINI, Monica. **Internet das Coisas**: História, Conceitos, Aplicações e Desafios, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios/link/5b3643d04585150d23e1b69e/download. Acesso em: jan. 2020.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **OMS afirma que existem 39 milhões de cegos no mundo**. 2013. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2013/10/1452821-oms-afirma-que-existem-39-milhoes-de-cegos-no-mundo>. Acesso em: dez. 2020.

NASCIMENTO, Erik B. **Aplicação da Programação de Microcontroladores 8051 utilizando linguagem C**. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Sistemas de Informação. Faculdade Sete de Setembro – FASETE, Paulo Afonso – BA, 2009, 80p. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/programacao-microcontroladores-8051-utilizando-linguagem-c/4722700/>. Acesso em: fev. 2021.

NIC.br. - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (2019a). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação: pesquisa TIC Domicílios 2018.**A4B - DOMICÍLIOS, POR PRESENÇA DE COMPUTADOR E INTERNET**. Disponível em: <https://cetic.br/tics/domicilios/2018/domicilios/A4B/>. Acesso em: nov. 2020.

NIC.br. - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (2019b). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação: pesquisa TIC Domicílios 2018.**A - DOMÍCILOS QUE POSSUEM EQUIPAMENTO TIC**. Disponível em: <https://cetic.br/tics/domicilios/2018/domicilios/A/>. Acesso em: nov. 2020.

NIC.br. - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (2019c). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação: pesquisa TIC

Domicílios 2018. **J2 - INDIVÍDUOS QUE POSSUEM TELEFONE CELULAR.** Disponível em: <https://cetic.br/tics/domicilios/2018/individuos/J2/>. Acesso em: nov. 2020.

NIC.br. - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. (2019d). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação: pesquisa TIC Domicílios 2018. **C16 - USUÁRIOS DE INTERNET, POR DISPOSITIVO UTILIZADO.** Disponível em: <https://cetic.br/tics/domicilios/2018/individuos/C16/>. Acesso em: nov. 2020.

OLHAR DIGITAL. **Você sabe o que é o QR Code?** A gente explica. Disponível: https://olhardigital.com.br/fique_seguro/noticia/voce-sabe-o-que-e-o-qr-code-a-gente-explica/90319. Acesso em: fev. 2020.

ORACLE. **Java and IoT: The Intelligent Platform for the Connected Vehicle.** Redwood Shores, Ca: Oracle Java Embedded, 2015.

OIT - Organização Internacional do Trabalho (2013). **Estudio:** factores para la inclusión laboral de las personas con discapacidad. Santiago, CL: OIT. Disponível em: <http://web.sofofa.cl/wp-content/uploads/2013/09/estudio-factoresweb-2013.pdf>. Acesso em: nov. 2020.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2017). **Vision impairment and blindness factsheet.** Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>. Acesso em: nov. 2020.

OMS - Organização Mundial de Saúde. **Relatório mundial sobre a deficiência.** World Health Organization. São Paulo: World report on disability, 2011. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44575/9788564047020_por.pdf;jsessionid=ECBB736F4B99B53C6C56895806A56903?sequence=4. Acesso em: dez. 2020.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD),** 2006.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: jan. 2020.

PARENTE, Juracy. **Varejo no Brasil.** São Paulo: Editora Atlas, 2000.

PEREIRA JÚNIOR, A. E.; DIAS, J.; SANTOS, D. A. **Desenvolvimento de uma Bengala Eletrônica para Deficientes Visuais.** Mostra Nacional de Robótica. 2016. Disponível em: <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/689ae4a0f2b9aa39e78703536391120c.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

PINTO, Álvaro V. **O conceito de tecnologia.** vol. 1. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 2005.

Programa de Inclusão de Pessoa com Deficiência na Presidência da República. **Legislação.** 2018. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ipcd/assuntos/legislacao>. Acesso em: jan. 2020.

RADAELLI, Lucas. **Sistemas de navegação indoor para cegos**. CSUN (2015). Disponível em: <https://www.lucasradaelli.com/csun2015-sistemas-de-navegacao-indoor-para-cegos/>. Acesso em: mai. 2021.

RAMOS, M. R. V. **O Uso de Tecnologias em Sala de Aula**. Revista Eletrônica: LENPES-PIBID de Ciências Sociais. Edição N°. 2, Vol. 1, jul. - 0dez. 2012. UEL. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/lenpespibid/pages/arquivos/2%20Edicao/MARCIO%20RAMOS%20-%20ORIENT%20PROF%20ANGELA.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

REDE DE LEITURA INCLUSIVA. **O que são livros Daisy?** Disponível em: <https://novo.redeleiturainclusiva.org.br/materiais-de-apoio/o-que-sao-livros-daisy/>. Acesso em: fev. 2020.

RIBEIRO, Raquel Maria Oliveira. **Segurança em IoT**: Simulação de Ataque em uma Rede RPL Utilizando CONTIKI. Trabalho apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, como pré-requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações. Pato de Minas - MG. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22021/1/Seguran%c3%a7aloTSimula%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

ROQUE, A. S.; DA SILVA, D. R.; SANTOS, C. P.; WOHFAHRT, E. A.; BRITZ, R. P.; **Mobilidade de Pessoas com Deficiência Visual em Ambientes Indoor Apoiada por Dispositivos Móveis e Sistemas RFID**. 16° Ergodesign – Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano Tecnológica, Blucher Design Proceedings, Volume 3, 2017, Pages 1206-1213, ISSN 2318-6968. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/mobilidade-de-pessoas-com-deficincia-visual-em-ambientes-indoor-apoiada-por-dispositivos-mveis-e-sistemas-rfid-25776>. Acesso em: mar. 2021.

SÁ, Elizabet Dias; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. Inclusão escolar de alunos cegos e com baixa visão. In: **Atendimento Educacional Especializado em Deficiência Visual**, 2007, Brasília, DF.

SÁNCHEZ, O. del R., OSÉS, P. J. M. MARTÍNEZ-GÓMEZ, R., PÉRES, S. M. (2019). **TIC para o desenvolvimento sustentável**. Recomendações de políticas públicas que garantem direitos. Montevideu, UY: UNESCO. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/8/14582020190716-tic-para-o-desenvolvimentosustentavel.pdf>. Acesso em: nov. 2020.

SANTAELLA. Lucia *et al.* **Desvelando a Internet das Coisas**. Revista GEMInIS ano 4 - n. 2 - v. 1 | p. 19 - 32. (2013). Disponível em: www.revistageminis.ufscar.br. Acesso em: jan. 2020.

SANTOS, Bruno P. *et al.* **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. Minicursos / XXXIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos; organizado por Frank Augusto Siqueira, Lau Cheuk Lung, Fabíola Gonçalves Pereira Greve, Allan Edgard Silva Freitas - Porto Alegre: SBC, 2016. p. 01-50. Disponível em: <https://bps90.github.io/assets/files/MinicursosSBRC2016.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

SANTOS, Rui; SANTOS, Sara. **ESP32 Web Server with Arduino IDE: Step-by-Step Project Guide**. 2021. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/download/>. Acesso em: abr. 2021.

SANTOS, Cristina; WOHFAHRT, Eduardo; ROQUE, Alexandre. **Navegação Indoor baseada em Etiquetas RFID**: Possibilidades de Orientação para Deficientes Visuais. Conference: Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems - IHC'215. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315114308_Navegacao_Indoor_baseada_em_Etiquetas_RFID_Possibilidades_de_Orientacao_para_Deficientes_Visuais. Acesso em: abr. 2021.

SARACENI, Gabriela Souza. (2012). **QR Code como realidade aumentada: mobilidade e cibridismo na sociedade cibercultural**. Disponível em: <https://goo.gl/FzRGDc>. Acesso em: mai. 2021.

SEBRAE. **Minha Empresa Sustentável: Comércio Varejista**. Centro Sebrae de Sustentabilidade - Cuiabá, 2016. Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Com%C3%A9rcio%20Varejista_ONLINE.pdf. Acesso em: ago. 2020.

SEBRAE. **Protótipo e MVP**. 2019. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pr/artigos/prototipo-e-mvp,6e3fcfd70d8d610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: abr. 2021.

SETHI, P.; SARANGI, S. R. **Internet of Things: Architectures, protocols, and applications**. Journal of Electrical and Computer Engineering, Hindawi, v. 2017, 2017. Disponível em: <https://downloads.hindawi.com/journals/jece/2017/9324035.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

SILVA, Leandro Barbosa da. **Comportamento do consumidor: entendendo as necessidades dos consumidores com deficiência visual em supermercado**. Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para o título de Bacharel em Administração pelo Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal da Paraíba/ UFPB, João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2065>. Acesso em: ago. 2020.

SILVA, G. C. e. **Tecnologia, educação e etnocentrismo: as contribuições de Álvaro Vieira Pinto**. *Revista Brasileira Estudos. Pedagógicos*, vol.94, n.238,

p.839-857, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v94n238/a10v94n238.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

SONZA, Andréa Poletto. **Acessibilidade de Deficientes Visuais aos Ambientes Digitais/Virtuais**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação. 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5626/000428874.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: fev. 2020.

TECHMUNDO. **O que é memória Flash?** 2012. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/hardware/198-o-que-e-memoria-flash-.htm>. Acesso em: jan. 2021.

TECHTUDO. **9 em cada 10 brasileiros usam celular Android, diz relatório do Google**. 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/09/9-em-cada-10-brasileiros-usam-celular-android-diz-relatorio-do-google.ghtml>. Acesso em: nov. 2020.

TECHTUDO. **O que é o Bluetooth?** 2012. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/01/bluetooth-o-que-e-e-como-funciona.html>. Acesso em: jan. 2021.

TECHTUDO. **O que é o IP?** Descubra para que serve e qual é seu número. 2013. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/05/o-que-e-o-ip-descubra-para-o-que-serve-e-qual-e-seu-numero.html>. Acesso em: jan. 2021.

UN DESA (Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat). 2018. **Realization of the sustainable development goals by, for and with persons with disabilities – UN Flagship Report on Disability and Development** 2018. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/wp-content/uploads/sites/15/2018/12/UNFlagship-Report-Disability.pdf>. Acesso em: nov. 2020.

VAROTTO, Luís Fernando. **História do varejo**. Revista GV-Executivo. FGV-EAESP, v. 5, n. 1 (2006). p. 86-90. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12660/gvexec.v5n1.2006.34379>. Acesso em: out. 2020.

VAROTTO, Luís Fernando. (2018). **Varejo no Brasil – Resgate Histórico e Tendências**. Revista Brasileira de Marketing. v. 17, n. 3 (2018), p. 429 - 443. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/remark/article/view/12230/5874>. Acesso em: out. 2020.

VERGARA-NUNES, Elton; DANDOLINI, Gertrudes Aparecida; SOUZA, João Artur. **As tecnologias Assistivas e a pessoa cega**. DataGramZero - Revista de Informação - v.15 n.1 fev.14. 2014. Disponível em: http://www.dgz.org.br/fev14/Art_05.htm. Acesso em: fev. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Questionário para avaliação da acessibilidade para deficientes visuais em *shopping centers*

Meu nome é Anderson Rogério Campana, sou doutorando do Programa de Mídia e Tecnologia da UNESP – Bauru.

Este questionário será utilizado com a finalidade acadêmica, diante disso não existem respostas certas ou erradas.

Sinta-se à vontade para responder as questões que achar conveniente. Agradeço desde já pela atenção e colaboração.

Em caso de alguma dúvida, questionamento ou sugestão meu e-mail é: anderson.campana@unesp.br

1- Sexo

() Masculino

() Feminino

2- Idade

() De 18 a 20 anos

() De 20 a 30 anos

() De 30 a 40 anos

() De 40 a 50 anos

() De 50 a 60 anos

() Mais de 60 anos

3- Qual o seu grau de deficiência visual?

() Baixa Visão

() Cego

4- Para quais finalidades costuma sair?

- ☐ Lazer
- ☐ Trabalho
- ☐ Estudo
- ☐ Cuidar da Saúde
- ☐ Outras finalidades
- ☐ Não sai

5- Você tem o hábito de pesquisar se o local onde vai visitar possui acessibilidade antes de se deslocar até o mesmo?

- ☐ Sempre
- ☐ Nunca
- ☐ Raramente

6- Você frequenta *shopping centers* com qual frequência?

- ☐ Semanalmente
- ☐ Quinzenalmente
- ☐ Mensalmente
- ☐ Não frequento *shopping centers*

7- Você utiliza algum recurso de acessibilidade quando sai de casa, especialmente quando vai a um *shopping center*?

- ☐ Cão Guia
- ☐ Bengala
- ☐ *Smartphone* com aplicativos de localização
- ☐ Só frequento esses locais com auxílio de um acompanhante
- ☐ Não utilizo nenhum recurso de acessibilidade para visitar esses locais

8- Você considera que os *shopping centers* estão preparados para atender uma pessoa com deficiência visual?

- ☐ Totalmente Preparados
- ☐ Parcialmente Preparados
- ☐ Necessitam de muitas melhorias

() Não estão Preparados

9- Caso você considere os *shopping centers* inapropriados para receber uma pessoa com deficiência visual, quais seriam as melhorias necessárias para tornar esses locais acessíveis?

10- Já deixou de frequentar um *shopping center* por questões de falta de acessibilidade?

() Sim

() Não

11- O que você considera mais importante para sua acessibilidade em um *shopping center*?

12- Você utiliza *Smartphone* com aplicativos de acessibilidade?

() Sim

() Não

13- Caso utilize aplicativos de acessibilidade em seu *smartphone*, quais são eles?

14- Você utilizaria um aplicativo gratuito de acessibilidade que lhe ajudasse a se locomover e se localizar dentro de um *shopping center*?

() Sim

() Não

15- Quais características ou funções você considera importante para esse aplicativo realmente oferecesse acessibilidade?

16- Fique à vontade caso queira para fazer uma observação sobre a questão do uso de tecnologias digitais para inclusão de pessoas com deficiência visual.

APÊNDICE 2- Código para implementação no microcontrolador ESP32 utilizando a Plataforma Arduino IDE

```
//Carregando as bibliotecas necessárias
#include <BluetoothSerial.h>
#include <MFRC522.h>
#include <SPI.h>
#include <Ultrasonic.h>

//Configuração do Bluetooth
#if !defined(CONFIG_BT_ENABLED) ||
    !defined(CONFIG_BLUEDROID_ENABLED)
#error Bluetooth is not enabled! Please run `make menuconfig` to and enable it
#endif

BluetoothSerial SerialBT;

//Define o tempo de leitura do sensor ultrassônico
#define INTERVALO_LEITURA 250 //(ms)

//Define os pinos para o sensor ultrassônico
#define PIN_TRIGGER 4
#define PIN_ECHO 5

//Define o pino para o BUZZER
#define PIN_BUZZER 15

//Define os pinos de leitura do sensor RFID
#define SS_PIN 21
#define RST_PIN 22

//Define o pino do motor de vibração
#define PIN_MOTOR 2
```

```

MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); // Instance of the class
MFRC522::MIFARE_Key key;
String tag;

//variável responsável pelo cálculo da distância do sensor ultrassônico
unsigned int distancia = 0;

//Inicializa o sensor ultrassônico
Ultrasonic ultrasonic(PIN_TRIGGER, PIN_ECHO);

// Configura o pino do Buzzer e o pino do motor de vibração como saída
void configurarPinos()
{
    pinMode(PIN_BUZZER,    OUTPUT);
    pinMode(PIN_MOTOR,    OUTPUT);
}

//Atribuindo nome ao dispositivo Bluetooth
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    SerialBT.begin("Shopping"); //Nome do dispositivo Bluetooth
    Serial.println("O dispositivo foi iniciado, agora você pode emparelhá-lo com
    bluetooth!");

    configurarPinos();
}

void loop() {
    //Configurando verificação da distância Sensor Ultrassônico
    verificarDistancia();
    delay(INTERVALO_LEITURA);

```

```

//Iniciando Bluetooth
if (Serial.available()) {
    SerialBT.write(Serial.read());
}
if (SerialBT.available()) {
    Serial.write(SerialBT.read());
}
delay(20); //tempo de espera em milissegundos

```

```

//Iniciando leitor RFID
{
    Serial.begin(115200);
    SPI.begin(); // Init SPI bus
    rfid.PCD_Init(); // Init MFRC522
}

```

//Fazendo a leitura da etiqueta e apresentando a mensagem desejada

```

if ( ! rfid.PICC_IsNewCardPresent())
    return;
if (rfid.PICC_ReadCardSerial()) {
    for (byte i = 0; i < 4; i++) {
        tag += rfid.uid.uidByte[i];
    }
    Serial.println(tag);
if (tag == "6055235254") {

```

```

    Serial.println("Você está no corredor A! A sua direita encontra-se as lojas:
Renner, Pernambucanas e Mariza. Ao seu lado esquerdo encontram-se as lojas:
Magazine Luiza, Casas Bahia e Lojas Americanas");

```

```

    SerialBT.print("Você está no corredor A! A sua direita encontra-se as lojas:
Renner, Pernambucanas e Mariza. Ao seu lado esquerdo encontram-se as lojas:
Magazine Luiza, Casas Bahia e Lojas Americanas");
    delay(30000); //espera 30 segundos

```

```

    }
    if (tag == "60117234254") {
        Serial.println("Vire à direita e você estará a aproximadamente 10 metros dos
        banheiros");
        SerialBT.print("Vire à direita e você estará a aproximadamente 10 metros dos
        banheiros");
        delay(30000); //espera 30 segundos
    }
    if (tag == "44128235254") {
        Serial.println("Siga em frente por 10 metros e você estará na bilheteria do
        cinema");
        SerialBT.print("Siga em frente por 10 metros e você estará na bilheteria do
        cinema");
        delay(30000); //espera 30 segundos
    }
    if (tag == "108214220254") {
        Serial.println("Vire à esquerda e você estará a aproximadamente 20 metros
        da praça de alimentação");
        SerialBT.print("Vire à esquerda e você estará a aproximadamente 20 metros
        da praça de alimentação");
        delay(30000); //espera 30 segundos
    }
    if (tag == "14056234254") {
        Serial.println("Há aproximadamente 5 metros há uma escada rolante");
        SerialBT.print("Há aproximadamente 5 metros há uma escada rolante ");
        delay(30000); //espera 30 segundos
    }

    tag = "";
    rfid.PICC_HaltA();
    rfid.PCD_StopCrypto1();
}
}

```

```

void verificarDistancia()
{
    //recupera a distância atual lida pelo sensor
    distancia = getDistance();

    // Apresenta a distância lida pelo sensor ultrassônico
    Serial.print("Distancia: ");
    Serial.println(distancia);

    //desliga o BUZZER e o Motor de vibração
    digitalWrite(PIN_BUZZER, LOW);
    digitalWrite(PIN_MOTOR, LOW);

    //caso a distância lida seja menor ou igual a 50 cm, iremos considerar como uma
    distância de perigo
    //então ligaremos o BUZZER e o motor de vibração
    if( distancia <= 50 )
    {
        digitalWrite(PIN_BUZZER, HIGH);
        digitalWrite(PIN_MOTOR, HIGH);
    }
}

// Faz a leitura da distância atual calculada pelo sensor ultrassônico
int getDistance()
{
    //faz a leitura das informações do sensor (em cm)
    int distanciaCM;

    long microsec = ultrasonic.timing();
    distanciaCM = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);

    return distanciaCM;
}

```

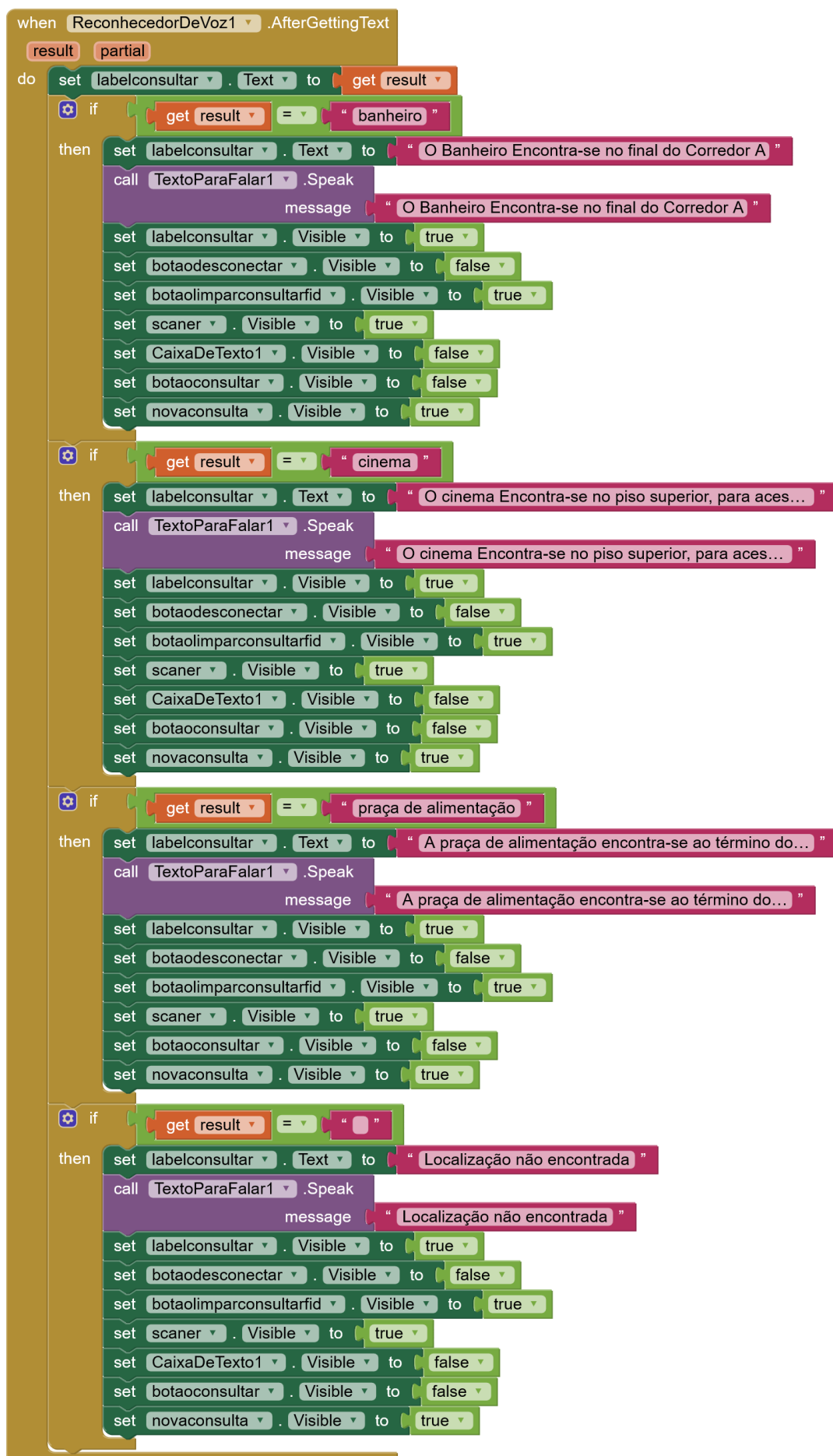
APÊNDICE 3 – Código do aplicativo para dispositivos móveis desenvolvido no *APP Inventor*

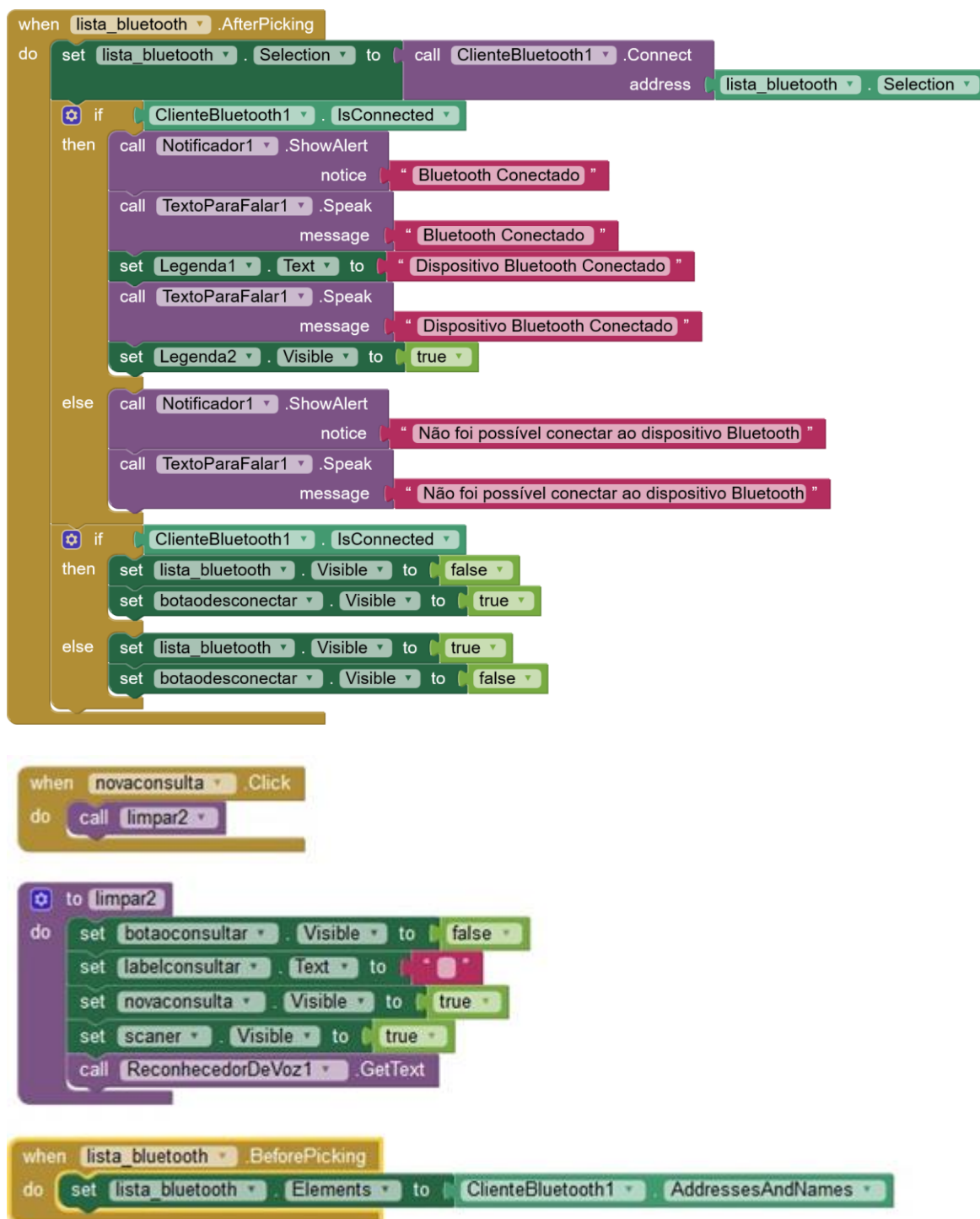
```
when Screen1.Initialize
do
  call TextoParaFalar1.Speak
  message "Seja bem vindo ao aplicativo de acessibilidade q..."

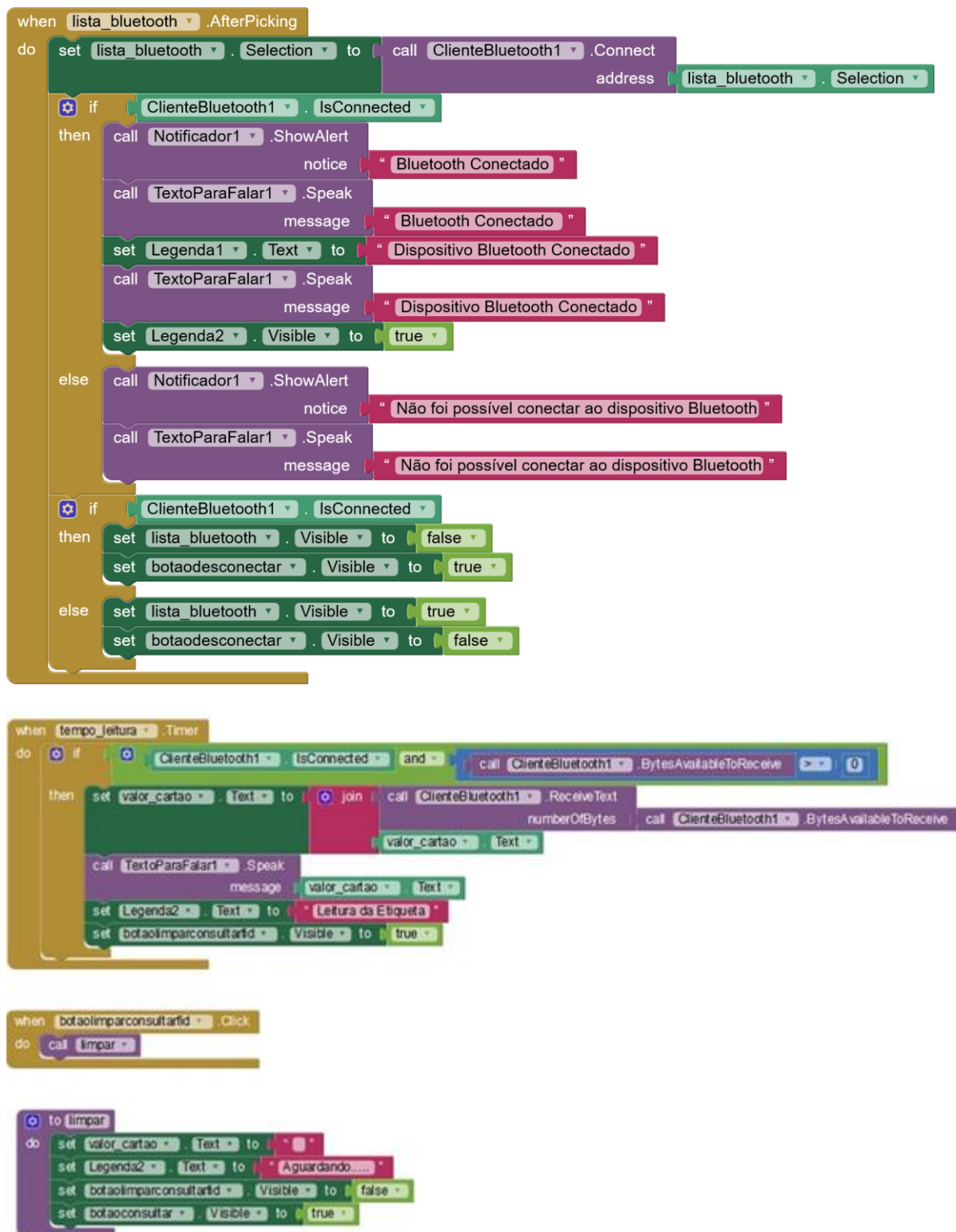
initialize global recebeucomando to 0

when botaoconsultar.Click
do
  if
  then
    call ReconhecedorDeVoz1.GetText
    set global recebeucomando to 1
  set botaoconsultar.Visible to true
```

The image displays three blocks of Scratch-style code for an APP Inventor application. The first block, 'when Screen1.Initialize', contains a 'do' loop with two actions: 'call TextoParaFalar1.Speak' and a 'message' block with the text 'Seja bem vindo ao aplicativo de acessibilidade q...'. The second block, 'initialize global recebeucomando to 0', sets a global variable. The third block, 'when botaoconsultar.Click', contains a 'do' loop with an 'if' statement. The 'if' statement checks if 'global recebeucomando' is equal to 0. If true, it executes two actions: 'call ReconhecedorDeVoz1.GetText' and 'set global recebeucomando to 1'. Finally, it sets 'botaoconsultar.Visible' to 'true'.







```

when botaodesconectar.Click
do
  call ClienteBluetooth1.Disconnect
  set lista_bluetooth.Visible to true
  set botaodesconectar.Visible to true
  set Legenda1.Text to "Seleção o dispositivo Bluetooth"
  call TextoParaFalar1.Speak
  message "Seleção o dispositivo Bluetooth"
  set botaolimparconsultarfid.Visible to false
  call limpar
  set Legenda2.Text to ""

```

```

when scanner.Click
do
  call TextoParaFalar1.Speak
  message "Localize a etiqueta QRCODE e posicione a camera"
  call CódigoDeBarras1.DoScan
  set scanner.Visible to true
  set botaodesconectar.Visible to true
  set botaolimparconsultarfid.Visible to false

```

```

when CódigoDeBarras1.AfterScan
result
do
  set CaixaDeTexto1.Text to get result
  call TextoParaFalar1.Speak
  message get result
  set CaixaDeTexto1.Visible to true
  set scanner.Visible to true
  set botaodesconectar.Visible to true
  set botaolimparconsultarfid.Visible to false

```

```

when Screen1.BackPressed
do
  call Notificador1.ShowChooseDialog
  message "Deseja sair do aplicativo"
  title "Atenção"
  button1Text "Sim"
  button2Text "Não"
  cancelable false

```

```

when Notificador1.AfterChoosing
choice
do
  if get choice = "Sim"
  then close application

```

ANEXOS

ANEXO 1 - Principais Leis e Decretos e suas garantias estabelecidas

LEI/DECRETO	DATA DA PROMULGAÇÃO	GARANTIAS ESTABELECIDAS PELA LEI/DECRETO
Lei Nº 4.169	04 de dezembro de 1962	• Oficializa as convenções <i>Braille</i> para uso na escrita e leitura dos cegos e o Código de Contrações e Abreviaturas <i>Braille</i>.
Lei Nº 7.853	24 de outubro de 1989	• Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - CORDE, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências.
Lei Nº 8.112	11 de dezembro de 1990	• Assegura às pessoas portadoras de deficiência o direito de se inscrever em concurso público para provimento de cargo cujas atribuições sejam compatíveis com a deficiência de que são portadoras; para tais pessoas serão reservadas até 20% (vinte por cento) das vagas oferecidas no concurso.
Decreto Nº 914	06 de setembro de 1993	• Regulamenta a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. A Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência é o conjunto de orientações normativas, que objetivam assegurar o pleno exercício dos direitos individuais e sociais das pessoas portadoras de deficiência.
Decreto Nº 3.298	20 de dezembro de 1999	• Regulamenta a Lei Nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.
Lei Nº 10.048	08 de novembro de 2000	• Da prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências.
Lei Nº 10.098	19 de dezembro de 2000	• Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.
Decreto Nº 3.956	08 de outubro de 2001	• Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência.

Lei Estadual Nº 11.263	12 de novembro de 2002	• Estabelece normas e critérios para a acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida no Estado de SP.
Decreto Nº 5.296	02 de dezembro de 2004	• Regulamenta as Leis N.º 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.
Lei Nº 11.126	27 de junho de 2005	• Dispõe sobre o direito do portador de deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhado de cão-guia.
Lei Nº 11.133	14 de julho de 2005	• Institui o Dia Nacional de Luta da Pessoa Portadora de Deficiência.
Decreto Nº 5.904	21 de setembro de 2006	• Regulamenta a Lei Nº 11.126, de 27 de junho de 2005, que dispõe sobre o direito da pessoa com deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhada de cão-guia e dá outras providências.
Decreto Nº 6.214	26 de setembro de 2007	• Regulamenta o benefício de prestação continuada da assistência social devido à pessoa com deficiência.
Decreto Nº 6.949	25 de agosto de 2009	• Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007.
Decreto Nº 7.037	21 de dezembro de 2009	• Aprova o Programa Nacional de Direitos Humanos - PNDH-3 e dá outras providências.
Decreto Nº 7.612	17 de novembro de 2011	• Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite.
Lei Nº 13.146	06 de julho de 2015	• Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) e dá outras providências.

Fonte: Adaptada de Legislação. Programa de Inclusão de Pessoa com Deficiência na Presidência da República, 2018.