

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

CLAUDIA BAGATINI

**Dispositivo que Auxilie Pessoas com Deficiência Visual a Utilizar o
Transporte Público.**

PORTO ALEGRE

2019

CLAUDIA BAGATINI

**Dispositivo que Auxilie Pessoas com Deficiência Visual a Utilizar o
Transporte Público.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRGS, como quesito para a obtenção do título de Designer.

Professor Orientador: Dr. Régio Pierre da Silva

Porto Alegre

2019

BANCA EXAMINADORA

CLAUDIA BAGATINI

**Dispositivo que Auxilie Pessoas com Deficiência Visual a Utilizar o
Transporte Público.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRGS, como quesito para a obtenção do título de Designer.

Professor orientador: Dr. Régio Pierre da Silva

Régio Pierre da Silva – Orientador

Fábio Gonçalves Teixeira

Bruno Spanevello Pergher

Marina Storgatto

PORTO ALEGRE

2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família pelo apoio durante minha vida acadêmica na UFRGS, além das discussões e contribuições ao longo de todas as etapas desse projeto. Também agradeço ao professor Régio Pierre da Silva, por suas ideias, dedicação e incentivo oferecidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos colegas e funcionários da Faculdade de Arquitetura Aline Kauffmann, Renata Almeida, Nicolle Mussói Perico, Rogélio e Osmário por me auxiliarem na execução dos mockups. Também agradeço ao Celso Ramos por me auxiliar a encontrar e entrevistar a todos os voluntários que participaram da pesquisa.

E por fim, agradeço a todos os profissionais e demais pessoas que contribuíram com suas visões e experiências para a realização deste trabalho, bem como, pelo aprendizado e pela solidariedade.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, em Design de Produto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tem como objetivo desenvolver o projeto “Dispositivo que Auxilie Pessoas com Deficiência Visual a Utilizar o Transporte Público”, visando assim, conceber um produto adjacente às paradas de ônibus, oferecendo autonomia para pessoas com deficiências visuais ao utilizar o transporte público oferecido pela cidade de Porto Alegre. A primeira metade deste trabalho compreende as etapas de proposta, pesquisa e planejamento do projeto, nas quais são apresentados os objetivos pretendidos, metodologia utilizada, fundamentação teórica, análise de similares, ainda elencam-se as necessidades e requisitos dos usuários, os requisitos de projeto e o conceito do produto. Já a segunda metade deste trabalho, consiste nas etapas de projeto conceitual, comunicação e detalhamento do projeto, que englobam a geração de alternativas, desenvolvimento, modelagem por meio de software 3D e apresentação do produto final por meio de desenhos técnicos, renders digitais, materiais e métodos de fabricação e, por fim, confecção de um protótipo.

Palavras-chave: Design, Deficientes Visuais, Tecnologia Assistiva, Transporte Público.

ABSTRACT

The present course graduation project, in design of product of the Federal University of Rio Grande do Sul, aims to develop the project "Device that Helps People with Visual Disability to Use Public Transport", aiming to design a product adjacent to bus stops, offering autonomy for people with visual deficiencies when using the public transportation offered by Porto Alegre city. The first half of this work comprises the stages of proposal, research and project planning, which shows the intended objectives, methodology, theoretical foundation, similar analysis, the needs and requirements of the users, the design requirements and the concept of the product are still listed. The second half of this work, consists in the steps of conceptual design, communication and detailing of the project, which include the generation of alternatives, development, 3D modeling by software and the presentation of the final product by means of technical drawings, digital renders, materials and methods of manufacture and, finally, making a prototype.

Keywords: Design, Visually Impaired, Assistive Technology, Public Transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Entradas e Principais Resultados da Fase de Configuração do Projeto ..	21
Figura 02: Metodologia segundo Giselle Merino	21
Figura 03: Metodologias de Baxter e Merino	22
Figura 04: Metodologia Aplicada a este Projeto	24
Figura 05: Barreira Arquitetônica	31
Figura 06: Barreira Comunicacional	32
Figura 07: Barreira Atitudinal	32
Figura 08: Estudante, Deficiente Visual, Utilizando o Transporte Público	33
Figura 09: Sistema Braille	34
Figura 10 : Reglete de Mesa com Punção	35
Figura 11: Como Funciona a Escrita Braille com o Reglete	35
Figura 12: Máquina de Escrever em Braille	36
Figura 13: Balizas instaladas nas estações	39
Figura 14: Como funciona do sistema	39
Figura 15: Balizas instaladas pela cidade	40
Figura 16: Veículos de transporte acessíveis	40
Figura 17: Interface do Aplicativo <i>BlindSquare</i>	41
Figura 18: Interface do Aplicativo <i>Moovit</i> ®	41
Figura 19: Paradas de Ônibus em Praga na República Tcheca	42
Figura 20: Exemplificação do dispositivo Ariadna	43
Figura 21: Protótipo Projeto <i>ViiBus</i> ®	45
Figura 22: Interface do Aplicativo <i>CittaMobi</i> ®	45
Figura 23: Dispositivo <i>DPS 2000</i> ®	46
Figura 24: Possíveis Dispositivos Tecnológicos Conforme Anexo III D	47
Figura 25: Módulo Bluetooth	48
Figura 26: Emissor de Sinal via Rádio	49
Figura 27: Modulação de Onda Por Pulso	50
Figura 28: Modulação de Onda Por Amplitude Modulada	50
Figura 29: Modulação de Onda Por Frequência Modulada	50
Figura 30: Sistema de Recepção de Ondas AM	51
Figura 31: Emissor de Sinal Infravermelho	51

Figura 32: Primeiro <i>Smartphone</i> da História	56
Figura 33: Matriz de Conversão	67
Figura 34: Matriz de Desdobramento da Função Qualidade	68
Figura 35: <i>Moodboard</i> do conceito	71
Figura 36: <i>Moodboard</i> do usuário	72
Figura 37: Alternativa 01	74
Figura 38: Alternativa 02	74
Figura 39: Alternativa 03	75
Figura 40: Alternativa 04	75
Figura 41: Alternativa 05	76
Figura 42: Alternativa 06	76
Figura 43: Alternativa 07	77
Figura 44: Alternativa 08	77
Figura 45: Alternativa 09	78
Figura 46: Alternativa 10	79
Figura 47: Princípios de soluções formais	79
Figura 48: Matriz para Seleção de Oportunidade.....	83
Figura 49: Componentes Internos do Receptor.....	86
Figura 50: Modelagem 3D realizada no software Autodesk Inventor Professional® 2019.	87
Figura 51: Vistas Ortográficas do Receptor.....	88
Figura 52: <i>Rendering</i> Receptor	89
Figura 53: (1) Processo de Colagem; (2) Modelo Montado e com Massa Plástica.	90
Figura 54: Componentes Internos do Módulo Fixo a Parada de Ônibus.....	92
Figura 55: Modelagem 3D realizada no software Autodesk Inventor Professional® 2019.	92
Figura 56: Ilustração do Ângulo do Braço e Antebraço para realizar tarefas	93
Figura 57: Vistas Ortográficas do Módulo Fixo a Parada de Ônibus.....	94
Figura 58: Paleta de Cores Seleccionada para a <i>Interface</i> do Produto	96
Figura 59: Tipografia Escolhida.....	97
Figura 60: Informações contidas na Interface do Dispositivo	97
Figura 61: Peças Impressas.....	98
Figura 62: <i>Mockup</i> Montado.....	99
Figura 63: <i>Renderings</i> Módulo Fixo na Parada de Ônibus.....	100

Figura 64: Modelagem Caixa Protetora.....	101
Figura 65: Vistas Ortográficas da Caixa Protetora	102
Figura 66: <i>Renderings</i> Caixa Protetora	103
Figura 67: Componentes Internos do Módulo Móvel.....	104
Figura 68: Modelagem 3D realizada no software Autodesk Inventor Professional® 2019	105
Figura 69: Vistas Ortográficas do Módulo Móvel.....	105
Figura 70: (1) Produto Impresso; (2) Acabamento com Massa Plástica; (3) Acabamento com Primer	106
Figura 71: <i>Renderings</i> Módulo Móvel.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Análise de Similares de Dispositivos Físicos, Parte 1.	58
Quadro 02: Análise de Similares de Dispositivos Físicos, Parte 2.	59
Quadro 03: As 10 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen e Molich.....	60
Quadro 04: Necessidades dos usuários	62
Quadro 05: Conversão das necessidades dos usuários em requisitos dos usuários .	63
Quadro 06: Grau de importância dos requisitos do usuário	64
Quadro 07: Conversão dos requisitos dos usuários em requisitos de projeto	65
Quadro 08: Priorização dos Requisitos de Projeto	69
Quadro 09: Alternativas para Fixação do Dispositivo nas Paradas de Ônibus.....	80
Quadro 10: Alternativas para Fixação do Dispositivo em Estruturas já Existentes	80
Quadro 11: Componentes Internos do Receptor.....	85
Quadro 12: Componentes Internos do Modelo Fixo à Parada	90
Quadro 13: Componentes Internos do Módulo Móvel	104
Quadro 14: Funções e Comunicações entre os Dispositivos	107

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AM	Amplitude Modulada.
CMTC	Companhia Municipal de Transportes Coletivos.
CNC	Comando Numérico Computadorizado.
EMDEC	Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas.
EPTC	Empresa Pública de Transporte e Circulação.
FM	Frequência Modulada.
GPOT	Gerente de Planejamento da Operação de Transporte.
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global).
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ITS	Sistemas Inteligentes de Transporte.
IV	Infravermelho.
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
LED	<i>Light Emitting Diode</i> .
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i> .
OMS	Organização Mundial de Saúde.
PBT	Poli (Teleftalato de Butileno).
PCD	Pessoa com Deficiência.
PM	Modulação por Pulso.
POA	Porto Alegre.
QFD	Desdobramento da Função Qualidade.
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i> .
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso.
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais.
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa	17
2 PLANEJAMENTO DO PROJETO	19
2.1 Escopo do Produto	19
2.2 Escopo do Projeto	19
2.3 Objetivos	19
2.3.1 Objetivo Geral	19
2.3.2 Objetivos Específicos	19
2.4 Requisitos iniciais do Projeto	20
2.5 Metodologia Projetual	20
2.5.1 Etapa 1: Proposta	22
2.5.2 Etapa 2: Pesquisa e Planejamento	23
2.5.3 Etapa 3: Projeto Conceitual	23
2.5.4 Etapa 4: Detalhamento e Comunicação do Projeto	23
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
3.1 Deficiência Visual	25
3.1.1 Baixa Visão	25
3.1.2 Cegueira	26
3.2 Desenvolvimentos dos outros sentidos	28
3.3 Barreiras do Deficiente Visual	29
3.4 Recursos Não Visuais	33
3.4.1 Sistema Braille	34
3.4.2 Audiodescrição	36
3.4.3 Leitores de Tela	37
3.5 Soluções existentes no Exterior	38
3.6 Soluções existentes no Brasil	44
3.7 Sistema de Transmissão sem Fio	47
4 PESQUISA EXPLORATÓRIA	53
4.1 Entrevista com Deficientes Visuais	53
4.2 Entrevista com Representante da EPTC	55
4.3 Análise de Similares	56

4.3.1 Análise Sincrônica	57
4.3.2 Conclusão da Análise de Similares	61
5 ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO	62
5.1 Público-Alvo	62
5.2 Necessidades	62
5.3 Requisitos dos Usuários	63
5.4 Requisitos de Projeto	65
5.5 Priorização dos Requisitos de Projeto	67
6 CONCEITO DO PRODUTO	70
7 PROJETO CONCEITUAL	73
7.1 Geração de Alternativas	73
7.1.1 Alternativa 01	73
7.1.2 Alternativa 02	74
7.1.3 Alternativa 03	74
7.1.4 Alternativa 04	75
7.1.5 Alternativa 05	75
7.1.6 Alternativa 06	76
7.1.7 Alternativa 07	76
7.1.8 Alternativa 08	77
7.1.9 Alternativa 09	78
7.1.10 Alternativa 10	78
7.1.11 Alternativas para Fixação do Dispositivo nas Paradas de Ônibus	79
7.2 Seleção da Alternativa.....	81
7.2.1 Seleção da Alternativa para Fixação do Dispositivo nas Paradas de Ônibus	83
8. DETALHAMENTO E COMUNICAÇÃO DO PROJETO	84
8.1 Descrição da Solução Final.....	84
8.2 Características técnicas	85
8.2.1 Receptor.....	85
8.2.1.1 Material para o Receptor	89
8.2.1.2 <i>Mockup</i> Receptor	90
8.2.2 Módulo Fixo a Parada	90
8.2.2.1 Material para Módulo Fixo a Parada.....	95
8.2.2.2 <i>Interface</i> do Produto	95
8.2.2.3 <i>Mockup</i> Módulo Fixo a Parada.....	98

8.2.2.4 Render Módulo Fixo a Parada.....	99
8.2.3 Caixa Protetora.....	100
8.2.3.1 Material para Caixa Protetora.....	102
8.2.3.2 Render Caixa Protetora.....	103
8.2.4 Módulo Móvel	103
8.2.4.1 Material para Módulo Móvel	106
8.2.4.2 <i>Mockup</i> Módulo Móvel.....	106
8.2.4.3 Render do Módulo Móvel	107
8.3 Comunicação entre os Dispositivos.....	107
8.4 Valores Estimados dos Dispositivos.....	108
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
REFERÊNCIA	112
APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA E RESPOSTAS COM O PÚBLICO-ALVO	121
APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM A EPTC	131
APÊNDICE C – MAPA MENTAL, ANÁLISES PARA A CRIAÇÃO DO CONCEITO	133
APÊNDICE D – RASCUNHOS DAS ALTERNATIVAS GERADAS	134
APÊNDICE E – DESENHOS TÉCNICOS	145
APÊNDICE F – RASCUNHO SIMPLIFICADO DA PARTE ELETRÔNICA	149

1 INTRODUÇÃO

De um modo geral, as pequenas ou grandes cidades não estão preparadas para receber pessoas com deficiências (PCD) visuais. Existem vários tipos de obstáculos para quem utiliza os passeios públicos, dentre eles estão: calçadas irregulares, obstáculos em alturas estratégicas (galhos de árvores, lixeiras, telefones públicos, bancos), sinalizadas para pedestres sem sinal sonoro, calçadas com pedras soltas e/ou mais altas, sem rampa de acesso, dentre outros tipos de problemas que quem caminha pelas ruas está acostumado a vivenciar e/ou observar.

Segundo Brasil (2005) todos estes problemas podem acarretar na superproteção da família para com a pessoa com deficiência. Por possuírem conhecimento destes obstáculos, geralmente, os familiares acreditam que seus entes não estão em segurança para circularem por lugares públicos. Segundo Sá (2005, *apud* BRASIL, 2005) é preciso “promover mudanças estruturais para provocar mudanças de mentalidades e vice-versa”.

Cada ser humano é único, com suas manias, qualidades e deficiências, e todos deveriam ter os mesmos direitos. Embora a história evolutiva da sociedade mostre grandes mudanças positivas em relação à valorização e ao reconhecimento das diversidades populacionais, ainda são muitos pontos que devem ser reavaliados e melhorados, seja de forma construtiva ou reformista.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), após Censo de 2010, apontou que 45.606.048 milhões de brasileiros, equivalente à 23,9% da população total, têm algum tipo de deficiência (visual, auditiva, motora, mental ou intelectual). Sendo que a deficiência visual apresentou maior ocorrência, afetando 18,6% da população brasileira com algum tipo de deficiência, cerca de 7.000.000 milhões de brasileiros. Ainda, segundo a cartilha, grande parte das pessoas com deficiências, 38.473.702 milhões, vivem em áreas urbanas e 7.132.347 milhões em áreas rurais (BRASIL, 2012).

Toda e qualquer pessoa procura ter uma qualidade de vida e pessoas com deficiências visuais não são diferentes, em vista disso Sá (2000) realizou uma pesquisa que contou com a participação de 83 pessoas com algum tipo de deficiência visual. O resultado final da pesquisa foi que 57% dos entrevistados, ao saírem na rua utilizam o auxílio de bengalas, 25% se vale do auxílio apenas de guias

humanos, 14% utiliza o auxílio de ambos (guias humanos e bengala) e 4% utiliza o auxílio de cães guias, para poderem se locomoverem melhor. Segundo a pesquisa:

As barreiras percebidas, no transporte, nas ruas e vias públicas em geral, tornam o espaço urbano intransitável para qualquer pessoa e inacessível para as que têm dificuldade de locomoção ou mobilidade reduzida. Em decorrência, “estes problemas fazem da locomoção dos deficientes visuais uma verdadeira aventura pela cidade, tornando as atividades que poderiam ser muito simples, algo complexo que atrapalha de modo significativo o nosso direito de ir e vir”.⁽⁴⁾ Das 83 pessoas que responderam o questionário, 72 são usuárias de transporte coletivo e 25 delas se mostram insatisfeitas com os serviços e as condições existentes. (SÁ, 2000)

Como se pode notar no parágrafo anterior, os deficientes visuais presam por sua independência, tanto é que, em sua maioria, locomovem-se pelas ruas apenas com o auxílio da bengala. Porém, existem situações em que a ajuda de um terceiro é inevitável, como por exemplo, no momento de utilizar o transporte público ou para atravessar a rua.

As cidades foram projetadas por pessoas sem deficiências para pessoas sem deficiências, deste modo às variedades de obstáculos ocasionais ou permanentes de um modo geral não interfere na vida destas pessoas. Como dito anteriormente, apesar da evolução em relação à valorização da diversidade, os passeios públicos parecem não ter evoluído junto com a mentalidade de inclusão. Os passeios públicos são excludentes tornando a locomoção de pessoas com deficiências uma aventura perigosa (SÁ, 2000).

A legislação federal possui uma série de leis que protege e incluem pessoas com deficiências, dentre elas podemos destacar a Lei número 10.098 que garante o exercício de seus direitos básicos como saúde, educação, lazer, trabalho, previdência social, transporte, assistência social, bem como promover seu bem-estar pessoal, social e econômico. Porém, na prática não é isto que se observa, infelizmente, a estrutura das cidades de certo modo, exclui as pessoas com deficiências (BRASIL, 2000).

Os deficientes visuais possuem uma série de ferramentas que os auxiliam de diversos modos. A maioria destes dispositivos foram desenvolvidos pensando em locais fechados, como suas casas e/ou trabalhos. A ideia neste trabalho é pensar e

desenvolver algo que os auxiliem na hora de utilizar os transportes públicos que, por ser um ambiente que muda constantemente, os riscos de locomoção são maiores.

A proposta deste trabalho é desenvolver um dispositivo que seja capaz de auxiliar pessoas com algum tipo de deficiência visual a utilizar o transporte público oferecido pela cidade de forma segura e confortável, promovendo a autonomia da pessoa com deficiência visual.

1.1 Justificativa

Sair de casa para ir ao supermercado ou ao *shopping*, por exemplo, é uma atividade corriqueira e que nos trás diversos benefícios, desde praticar atividade física até relacionar-se socialmente com outras pessoas, porém uma atividade tão simples como sair de casa para ir ao supermercado é uma tarefa complexa para pessoas com deficiência visual. Na maioria das vezes, quando uma pessoa com deficiência sai de casa, ela encontra diversas dificuldades para se locomover, o que muitas vezes causa revolta e mal-estar para o indivíduo, fazendo com que o mesmo possa se isolar da sociedade (SÁ, 2000).

A cidade de Porto Alegre, dentro desse contexto, possui paradas de ônibus que podem ser consideradas inadequadas para as PCD visuais, não atendendo suas necessidades. Andando pela cidade podem-se identificar vários tipos de paradas, algumas, ainda, não atendem as suas funções básicas como proteger contra as intempéries, dificuldade de acesso ao espaço e promover o conforto do usuário.

Segundo a Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) existem 5.453 paradas de ônibus em Porto Alegre, destas 3.587 possuem algum tipo de cobertura, o que representa 65,7% das paradas existentes. Porém, dentro das 3.587 paradas, apenas 1.170 paradas de ônibus estão de acordo com o padrão desenvolvido pela EPTC, ou seja, possuem cobertura, bancos, lixeiras e piso tátil. Apenas 21,5% das paradas de ônibus seguem um padrão (PORTO ALEGRE, 2018).

No âmbito de Brasil existem poucas alternativas para resolver o problema enfrentado por deficientes visuais ao utilizar o transporte público. O mais comumente encontrado são paradas de ônibus que sinalizam o caminho por meio do piso tátil.

Os cidadãos de São Paulo podem contar com o aplicativo CittaMobi®. O aplicativo é voltado para a população em geral e indica o tempo de chegada e a rota

praticada por cada linha, deficientes visuais também utilizam o aplicativo, porém ele não auxilia a PCD visual a localizar, no momento da parada, o ônibus que ela deseja utilizar (CITTAMOBIL®, 2018).

Existe, também, um projeto chamado ViiBus® que é uma espécie de parada de ônibus interativa, entretanto o projeto ainda não foi implementado. Existia a expectativa de que o sistema fosse implementado nas principais paradas de ônibus do Rio de Janeiro para auxiliar a locomoção durante as Paraolimpíadas de 2016, porém a implementação não foi a diante (VIIBUS®, 2018).

Segundo seu fundador Douglas Toledo, o projeto ViiBus® oferece autonomia aos deficientes visuais no momento da identificação e embarque da linha de ônibus desejada. O sistema permite que o deficiente visual selecione a linha requerida e o avisa quando o ônibus chegar à parada, guiando-o para o embarque no ônibus correto através de estímulos sonoros instalados na porta do ônibus. Existe, ainda, a possibilidade de conectar o sistema à internet gerando relatórios de dados de uso que são enviados para uma aplicação web para posterior gestão do transporte e monitoramento dos equipamentos instalados (VIIBUS®, 2018).

O presente trabalho aborda a temática deficiente visual *versus* transporte público em vista das alternativas existentes não serem suficientes para suprir as necessidades dos deficientes visuais neste contexto. A ideia central é desenvolver um dispositivo que seja capaz de auxiliar pessoas com deficiência visual a utilizar o transporte público oferecido pela cidade. A escolha desta temática, também, fundamenta-se na experiência vivida por alguns amigos que são deficientes visuais. O objetivo é contribuir para a funcionalidade e acessibilidade das paradas de ônibus, promovendo segurança, conforto e autonomia aos usuários do transporte público.

2 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Neste item são apresentadas diretrizes que auxiliam no desenvolvimento do projeto. A seguir são descritos os escopos, objetivos e requisitos iniciais do projeto, bem como a metodologia utilizada.

2.1 Escopo do Produto

O produto consiste em um dispositivo que seja capaz de auxiliar indivíduos com algum tipo de deficiência visual severa (cegueira e baixa visão) a utilizar o transporte público oferecido pela cidade. O dispositivo proporcionará a possibilidade de PCD visuais utilizarem o transporte público sem depender da ajuda de terceiros, além de atender as especificações técnicas e ergonômicas.

2.2 Escopo de Projeto

O projeto será fundamentado em referencial teórico relacionado ao assunto tratado, procedimentos que envolvem o desenvolvimento do produto citado anteriormente, em seus aspectos técnicos e conceituais. Ainda será incluso etapas de testes e validação do projeto por meio da confecção de um *mockup*.

2.3 Objetivos

Neste item estão descritos o objetivo geral do projeto (o problema a ser resolvido) e o objetivo específico do projeto (quais caminhos que levarão ao alcance do objetivo geral). Os objetivos específicos foram escritos seguindo a Taxonomia de Bloom, ou seja, além de representar o resultado esperado, é cumulativo, o que cria uma relação de dependência entre os níveis (CATIVO, 2012).

2.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver o projeto de um dispositivo que seja capaz de auxiliar pessoas com deficiências visuais a utilizar o transporte público sem a ajuda de terceiros.

2.3.2 Objetivo Específico

- ✓ Propor uma metodologia projetual a ser utilizada no presente trabalho;

- ✓ Conhecer e compreender a realidade das pessoas com deficiência visual;
- ✓ Pesquisar quais são as necessidades dos deficientes visuais, considerando as fontes teóricas e de pesquisa exploratória (entrevistas, questionários);
- ✓ Investigar e apontar a existência de produtos similares, ao proposto no presente trabalho, disponíveis no mercado;
- ✓ Com base nas pesquisas teóricas e exploratórias, compor e organizar as especificações do projeto;
- ✓ Propor o conceito do projeto.
- ✓ Propor e selecionar alternativas de projeto que se adequem com o conceito;
- ✓ Produzir a alternativa selecionada para fins de conferência formal do projeto em foco;
- ✓ Apresentar o detalhamento do projeto através dos desenhos técnicos e listar conjunto de componentes e respectivos valores.

2.4 Requisitos iniciais do Projeto

Para a validação deste projeto, são definidos requisitos iniciais que devem ser alcançados pelo produto ao final do projeto. Para maior fidelidade do produto desenvolvido, ao final da etapa de fundamentação teórica e de pesquisa exploratória, os requisitos elencados foram revisados, visto que após um estudo mais aprofundado as predefinições estabelecidas foram aprimoradas.

Por tanto, o produto desenvolvido deve:

- ✓ Possibilitar a interação da PCD visual com o ônibus;
- ✓ Promover a independência do deficiente visual ao utilizar o transporte público;
- ✓ Estar de acordo com os padrões de escrita em braile.

2.5 Metodologia Projetual.

As metodologias utilizadas como base para desenvolver este projeto foram a de Baxter (2000) e a de Merino (2016). Ocorreram adaptações das metodologias citadas anteriormente para suprir, da melhor maneira possível, às necessidades do projeto a ser desenvolvido. A Figura 01 apresenta uma representação simplificada concebida por Mike Baxter em seu livro.

Figura 01: Entradas e Principais Resultados da Fase de Configuração do Projeto.



Fonte: Baxter (2000), p. 232.

A Figura 02 mostra a visão da Giselle Schmidt Alves Díaz Merino apresentada em seu livro.

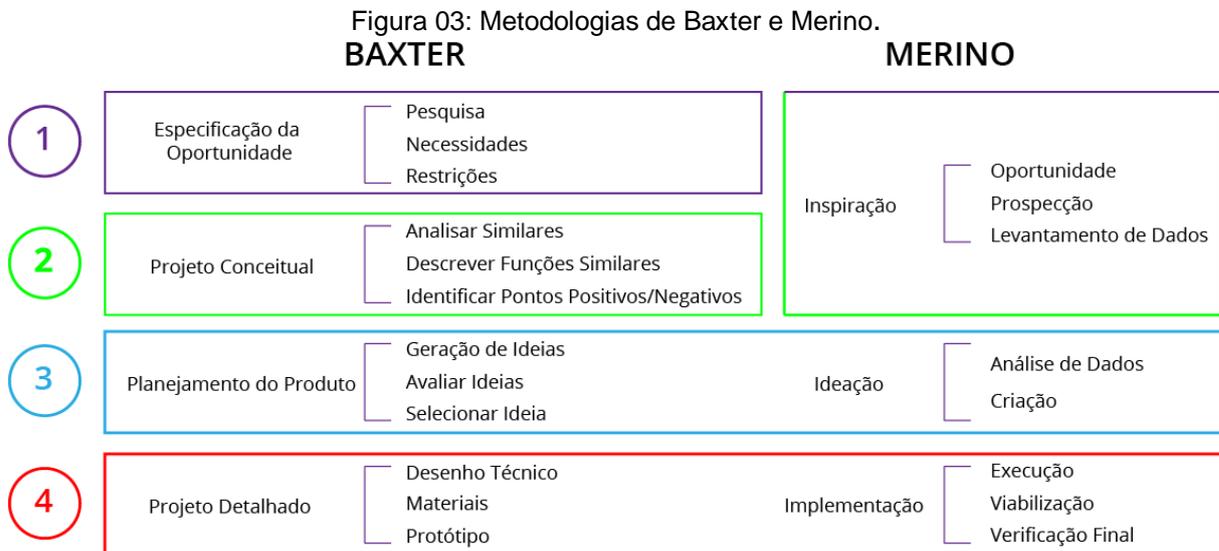
Figura 02: Metodologia segundo Giselle Merino.



Fonte: Merino (2016), p. 15.

As metodologias apresentam etapas similares. Contudo, a metodologia de Baxter (2000) está mais segmentada e robusta enquanto, a de Merino (2016), sustenta menos etapas e um panorama mais abrangente do que deve ser feito e

atingido em cada momento. Analisando as metodologias lado a lado, na Figura 03, isso fica melhor evidenciado.



Fonte: Autora (2019).

Outra diferenciação interessante a ser destacada está na ênfase do desenvolvimento do projeto. A metodologia de Baxter (2000) é voltada para o desenvolvimento do projeto de produto, enquanto a metodologia proposta por Merino (2016) é mais centrada no usuário. Os estágios de projeto sugeridos pelos autores foram adaptados em quatro etapas que conduzem este projeto. A seguir segue a descrição de cada etapa:

2.5.1 Etapa 1: Proposta

Nesta etapa, explora-se e definem-se os parâmetros do projeto. A proposta de trabalho, composta pela introdução, justificativa, objetivos, metodologia, descrição dos usuários e QFD. Nesta etapa, também, é definido o escopo do projeto, bem como os objetivos a serem alcançados e quais métodos a serem utilizados para se obter os resultados esperados. Como Merino (2016) lembra a todo o momento, é de suma importância colocar o usuário no centro de cada etapa do desenvolvimento do projeto. Por esse motivo é interessante ter contato com os usuários ao longo de todo o projeto e não somente em determinado momento.

2.5.2 Etapa 2: Pesquisa e Planejamento

Esta etapa é composta pela pesquisa e análise dos dados obtidos. A etapa, ainda, é composta pela análise de similares (sincrônica e avaliação heurística), com o objetivo de avaliar produtos existentes atualmente no mercado, deste modo, verificando, pontos positivos e negativos de cada similar, bem como identificando quesitos a serem aproveitados ou não. Também inserido nesta fase está à aplicação do questionário com usuários e com a Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) bem como, a análise de jornada do usuário, que tem como função básica auxiliar na identificação dos principais problemas e anseios do público-alvo. Além do mais, também, é utilizada como uma ferramenta para obterem-se sugestões e opinião do público-alvo.

2.5.3 Etapa 3: Projeto Conceitual

O objetivo aqui é estabelecer os princípios para o novo produto a partir de todas as pesquisas e análises realizadas nas etapas anteriores, partindo de uma síntese e da revisão dos objetivos do projeto. Nesta etapa, são geradas as alternativas, após, e com base nas ferramentas apresentadas por Baxter (2000), são feitas as devidas análises para selecionar a alternativa mais condizente com o conceito e os requisitos de projeto.

2.5.4 Etapa 4: Detalhamento e Comunicação do Projeto

Após a seleção da alternativa, o projeto é detalhado por meio de desenhos técnicos e esquemáticos, especificação dos sistemas e tecnologias, materiais, processos de produção e detalhes gerais. Aqui, também, é realizada a comunicação do projeto por meio de *mockup*, modelagem virtual e relatório final.

Para a melhor compreensão da metodologia adotada para este projeto, a Figura 04 apresenta a adaptação da metodologia aplicada a este trabalho.

Figura 04: Metodologia Aplicada a este Projeto.



Fonte: Autora (2019).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item, é apresentada a pesquisa de referencial teórico sobre os assuntos mais relevantes para este projeto. Começaremos a fundamentação teórica aprofundando-se um pouco mais na questão da legislação brasileira e ponto de vista de autores quanto ao assunto da deficiência visual.

3.1 Deficiência Visual

A legislação brasileira estabelece algumas premissas quanto à classificação das deficiências. De acordo com o Decreto 3.298 (Brasil, 1999) pessoa deficiente é aquela que “apresenta perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano.”

Segundo Sá, Campos e Silva (2007) a cegueira é uma alteração grave ou total de uma ou mais das funções elementares da visão, que afeta de modo irremediável a capacidade de perceber cores, tamanhos, distâncias, formas, posições, profundidade. Ainda, segundo as autoras, o indivíduo pode nascer cego, denominando-se cegueira congênita, ou pode perder a visão (doença ou acidente) em dado momento da vida, esta forma é chamada de cegueira adventícia, mais conhecida como cegueira adquirida.

Os deficientes visuais são divididos em dois grupos: cegueira e baixa visão. A divisão ocorre, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (1980, *apud* CONDE, 2018), de acordo com as escalas oftalmológicas: acuidade visual, aquilo que se enxerga a determinada distância, e campo visual, amplitude da área alcançada pela visão.

3.1.1 Baixa Visão

De acordo com o Decreto 3.298 (Brasil, 1999) pessoa com baixa visão é aquela que apresenta “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 das condições anteriores.”

Existe uma grande variedade e intensidade, do comprometimento das funções visuais. Conforme Conde (2018) essas funções englobam desde a “simples percepção de luz até a redução da acuidade e do campo visual que interferem ou limitam a execução de tarefas simples.” Por tanto, existe uma classificação específica e complexa para o indivíduo ser considerado de fato uma pessoa com baixa visão.

De acordo com Sá, Campos e Silva (2007) uma pessoa com baixa visão apresenta grande oscilação de sua condição visual, varia de acordo com seu estado emocional, as circunstâncias e a posição em que se encontra, depende ainda das condições de iluminação, tanto natural como artificial. Conde (2018) exemplifica de maneira mais palpável, o quanto uma pessoa com baixa visão enxerga. Segundo ele, uma pessoa com baixa visão é capaz de contar dedos e a perceber imagens que são expostos a curta distância.

3.1.2 Cegueira

De acordo com o Decreto 3.298 (Brasil, 1999), o indivíduo é considerado cego quando apresentar “acuidade visual igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica.” Porém, ao contrário do que muitos pensam, raramente uma pessoa apresenta ausência total de visão. Segundo o autor de “Definição de Cegueira e Baixa Visão”:

Diversamente do que poderíamos supor, o termo cegueira não é absoluto, pois reúne indivíduos com vários graus de visão residual. Ela não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas, isso sim, prejuízo dessa aptidão a níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras. (CONDE, 2018).

A maior parte das pessoas consideradas “cegas” conseguem distinguir luminosidade, algumas vezes veem vultos, em alguns casos podem até identificar cores. Entretanto, como citado por Domingues *et al.*, (2010), existe uma pequena parcela dos deficientes visuais que não enxergam nada –possuem visão zero- ou seja, veem apenas a escuridão o tempo todo. Amiralian (1997), diz que a ideia de

escuridão está atrelada à percepção de uma pessoa que consegue distinguir através da visão. Portanto, uma pessoa que nunca enxergou não poderá ver nem branco e nem preto, já que esses conceitos, para eles, são abstratos.

Como citado anteriormente, existem dois grupos nos quais os deficientes visuais se enquadram. O primeiro grupo é os que possuem cegueira congênita que ocorre durante os primeiros anos de vida ou até mesmo no nascimento, e, segundo Couto, Junior e Oliveira (2016), dentre as principais causas, destacam-se a retinopatia da prematuridade, a atrofia do nervo óptico, o glaucoma congênito. Já o segundo grupo é os que possuem cegueira adquirida, é aquela que ocorre em determinado momento da vida, podendo ser causada por acidentes ou doenças, nas quais se destacam, segundo Couto, Junior e Oliveira (2016), catarata congênita, glaucoma congênito, cicatriz de retinocoroidite.

Os indivíduos com cegueira, quando comparados com indivíduos considerados com boa visão, acabam tendo menos formas de comunicação e interação social. Segundo Domingues *et al.*, (2010) isto decorre do fato de que o ambiente é majoritariamente visual e está constantemente despertando a atenção das pessoas, favorecendo a sua mobilidade.

Uma pessoa com cegueira adquirida pode construir as cenas em sua mente, usando como referência imagens vistas enquanto enxergava, porém, a idade com que a pessoa perde a visão é extremamente relevante. Um estudo desenvolvido por Lowenfeld (1950, *apud* AMIRALIAN, 1997) revelou que, quando a visão é perdida antes dos cinco anos de idade, não se retém qualquer imagem visual. Por outro lado, quando a perda da visão se dá mais tarde, pode haver uma retenção de referências visuais, que os permite alguma capacidade de visualização mental.

Em contrapartida, uma pessoa com cegueira congênita encontra maiores dificuldades para criar as cenas em sua mente. Ela pode fazer isso recorrendo aos outros sentidos e desenvolver suas potencialidades táteis, auditivas e olfativas. Segundo Amiralian (1997) os demais sentidos de uma pessoa com deficiência visual são mais desenvolvidos, justamente pelo uso natural, constante e exclusivo destes sentidos para entender e reter as informações ao seu redor na falta da visão.

Para este trabalho é interessante compreender os demais sentidos tendo em vista a importância dos mesmos para a vida dos deficientes visuais. Por este motivo, o próximo item apresenta informações relativas aos demais sentidos, com maior foco no tato em função de sua importância dentre os sentidos remanescentes.

3.2 Desenvolvimentos dos outros sentidos

Segundo Sá, Campos e Silva (2007) a visão reina soberanamente em relação aos demais sentidos do ser humano. É através dela que cada indivíduo percebe o mundo, vendo formas, cores, contornos, profundidade. Como visto no fim do item 3.1.2, os demais sentidos das pessoas com deficiência visual ficam mais aguçados na falta da visão.

O trecho a seguir, extraído do livro “Atendimento Educacional especializado: Deficiência Visual”, exemplifica a afirmativa do parágrafo anterior:

Os sentidos têm as mesmas características e potencialidades para todas as pessoas. As informações tátil, auditiva, sinestésica e olfativa são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas porque elas recorrem a esses sentidos com mais frequência para decodificar e guardar na memória as informações. Sem a visão, os outros sentidos passam a receber a informação de forma intermitente, fugidia e fragmentária. (SÁ; CAMPOS E SILVA 2007).

As autoras Sá, Campos e Silva (2007) afirmam que o aguçado desenvolvimento da audição, olfato, tato e paladar está relacionado com a utilização contínua destes sentidos por força da necessidade. As autoras acrescentam que a melhora na desenvoltura dos demais sentidos não é um fenômeno isolado e extraordinário, é uma defesa do corpo humano quando, na falta de algum sentido, ele compensa com os demais.

O tato é um sentido tão importante quanto à audição. É por meio dele que os deficientes visuais “veem” os objetos e pessoas. Segundo Araguaia (2018), existe certa dificuldade em definir precisamente o sentido conhecido por tato. Isto ocorre porque o tato não existe somente em uma região do corpo. Ele é o sentido que se percebe em qualquer região do corpo. Araguaia (2018) afirma que o tato não proporciona somente um tipo de sensação, calor ou frio, por exemplo. Ele permite que PCD visual identifiquem aspectos físicos como textura, relevos, humidade, densidade.

Segundo Sá, Campos e Silva (2007) é por meio do tato que deficientes visuais entendem conceitos e representações mentais. Cada PCD visual possui uma forma particular de desenvolver e formar as imagens em suas mentes e o tato é fundamental para isso. É com o auxílio dele que os deficientes visuais interpretam e assimilam as informações para, posteriormente, formar as imagens mentais (AMIRALIAN, 1997).

Outro sentido importante na vida das pessoas com deficiência visual é a audição. Segundo Nunes e Lomônaco (2008), é através da audição, com o auxílio da linguagem, que os deficientes visuais compreendem muito do que eles não veem. Para isso é preciso que uma pessoa vidente descreva as cenas puramente visuais.

Porém existe uma barreira, Nunes e Lomônaco (2008) afirmam que as pessoas videntes não estão acostumadas a perceber o mundo através dos demais sentidos exigindo que a PCD visual tenham de ajustar as informações recebidas através meio de suas percepções e de suas experiências vividas. Conforme Rabêllo (2003, *apud* NUNES; LOMÔNACO, 2008), alguns deficientes visuais “se tornam extremamente sensíveis aos matizes de inflexão, de volume, de cadência, de ressonância e das várias intensidades dos sons das falas dos outros, que passam despercebidos aos videntes”. Como afirmado anteriormente neste item, o melhor desenvolvimento dos demais sentidos, dentre eles a audição, está relacionado com a utilização contínua destes sentidos por força da necessidade diária das PCD visuais (SÁ; CAMPOS E SILVA 2007).

3.3 Barreiras do Deficiente Visual

Segundo Mollossi *et al.*, (2015), “a inclusão é uma reforma social, educacional e política que busca garantir os direitos das pessoas com deficiência, bem como sua representação na sociedade.” Percebe-se que o processo de inclusão vem gerando uma busca por adaptações para poder incluir pessoas com deficiência na sociedade. O processo de inclusão é lento e ainda esta engatinhando, porém já é um começo.

Dentre os cinco sentidos, com certeza, a visão é o mais importante deles, pois, segundo Mollossi *et al.*, (2015) é através da visão que se recebe uma grande gama de informações e estímulos. A ideia de perder a visão, vivendo no mundo como o conhecemos hoje, é aterrorizante.

O trecho a seguir, extraído do livro “Cegueira: O que é, o que faz, e como viver com ela”, nos mostra como o problema maior da perda de visão está no psicológico, o “ser diferente” dos outros é a primeira barreira a ser superado por um deficiente visual:

Seu medo tem a qualidade de um pesadelo. Com a perda de visão, aconteceu algo extenso e profundamente temido. Está diferente do que era antes e, o que é ainda pior, está diferente daqueles que o cercam, Ele é um homem cego, num mundo que enxerga. Esta diferença física, em relação ao indivíduo “normal”, é algo que se situa acima e além de todos os problemas da existência que ele terá que enfrentar (CARROLL, 1968).

Como dito na citação acima, o primeiro e mais importante passo a ser superado é o da aceitação, porém isto é um processo que leva algum tempo. Outra barreira a ser superada é a dependência de terceiros, segundo Sá (2000), “as pessoas cegas e com baixa visão dependem de terceiros para identificar ruas, endereços, itinerários de ônibus, avisos, obstáculos e outras referências visuais.”. Além de enfrentarem estas dificuldades diárias, elas confrontam situações de riscos constantes. As bengalas são ótimas aliadas até certo ponto, uma vez que não identificam barreiras aéreas.

A acessibilidade é um direito de todos previsto em lei. O trecho a seguir, extraído do texto “Tipos de Barreiras”, apresenta informações quanto à legislação brasileira de acessibilidade.

De acordo com a NBR 9050/2004, “acessibilidade” é definida como a possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos. E conceitua que, para ser “acessível”, o espaço, edificação, mobiliário, equipamento urbano ou elemento tem que permitir o alcance, acionamento, uso e vivência por qualquer pessoa, inclusive por aquelas com mobilidade reduzida. O termo “acessível” implica tanto acessibilidade física como de comunicação (FURRER 2012).

Como observado no parágrafo anterior, à acessibilidade deve proporcionar a utilização de vias públicas, produtos, mobiliários de forma segura e autônoma. Porém, na prática, não é isso que observamos. Bogas (2019) divide as barreiras da acessibilidade em três grupos principais, que são: barreiras arquitetônicas, comunicacionais e atitudinais.

Barreiras Arquitetônicas: São obstáculos que impedem o uso adequado do espaço físico. É o tipo de barreira mais fácil de identificar e estão presentes nas residências, estabelecimentos comerciais e no espaço público (BOGAS, 2019). A Figura 05 exemplifica um caso de barreira arquitetônica.

Figura 05: Barreira Arquitetônica.



Fonte: VivaDecoraPRO (2019).

Barreiras Comunicacionais: É ocasionada pela falta de informações a respeito de determinado local, em função de sistemas de comunicação indisponíveis, ilegíveis ou incompletas, sem informações em braile ou auditivas (FERRER, 2012). A Figura 06 exemplifica uma barreira comunicacional, como explica Ferrer (2012), além de a informação estar ilegível, não existe informações em braile ou sinais sonoros.

Figura 06: Barreira Comunicacional.



Fonte: Ferrer (2012).

Barreiras Atitudinais: Segundo Ferrer (2012), este tipo de barreira é gerada pelas atitudes e comportamentos das pessoas. As barreiras erguidas por nós quanto pessoas, são as mais difíceis de perceber, porém as mais fáceis de derrubar, impactando diretamente na vida das pessoas com deficiências (BOGAS, 2019). A Figura 07 apresenta um tipo de barreira atitudinal.

Figura 07: Barreira Atitudinal.



Fonte: Ferrer (2012).

Conforme expressa Sá (2000), as barreiras presentes no transporte público e vias públicas em geral, tornam o espaço urbano intransitável para pessoas com dificuldade de locomoção ou mobilidade reduzida. Sanches (2013) entrevista e relata a rotina de um estudante ao utilizar o transporte público. Durante a entrevista o estudante (Figura 08) relata como utiliza o serviço de transporte público oferecido:

“No ponto de ônibus, quando há alguém, peço que me ajude a identificar o número do ônibus. Quando estou só, ao escutar o barulho do veículo, faço sinal para que pare e pergunto ao motorista se ele passa no meu destino”. Para pessoas videntes, estas dificuldades enfrentadas por PCD visuais fazem parte do cotidiano e muitas vezes passam despercebidas.

Figura 08: Estudante, Deficiente Visual, Utilizando o Transporte Público.



Fonte: Sanches (2013).

Muitas vezes pequenas mudanças geram grandes retornos. Manter as cidades habitáveis, seja para pessoas com deficiência ou não, é uma obrigação do poder público, bem como de cada cidadão. Cada qual fazendo a sua parte tornará a rotina de locomover-se por vias públicas muito mais fácil, tranquila e segura.

O Item 3.4 exibe informações quanto aos recursos não visuais. A relevância deste item encontra-se no entendimento das formas de identificação das informações escritas por deficientes visuais. Sistema Braille (Item 3.4.1) e Audiodescrição (Item 3.4.2) são ferramentas importantes para a continuidade do presente trabalho. O Item 3.4.3 (Leitores de tela) está presente neste trabalho para esclarecer as diferenças existentes entre eles e a audiodescrição.

3.4 Recursos Não Visuais

Recursos não visuais são ferramentas que auxiliam os deficientes visuais a processar informações escritas. Os recursos mais relevantes são o sistema Braille, uma forma de transcrever palavras de forma tátil, a audiodescrição, que vem

ganhando mais espaço atualmente e, por fim, os leitores de tela mais conhecidos no Brasil.

3.4.1 Sistema Braille

O sistema Braille é universalmente conhecido como código ou meio de leitura e escrita das pessoas com deficiência visual. Foi desenvolvido por Louis Braille em 1825 na França. O sistema fundamenta-se na combinação de 64 pontos que simbolizam as letras do alfabeto, os números, e outros símbolos necessários para a escrita (Figura 09). A unidade básica é camada de célula Braille, possui seis pontos básicos dispostos em duas colunas verticais com três pontos à esquerda e três à direita, permitindo diversas combinações que geram as letras e símbolos necessários para escrita (DOMINGUES *et al.*, 2010).

Figura 09: Sistema Braille.

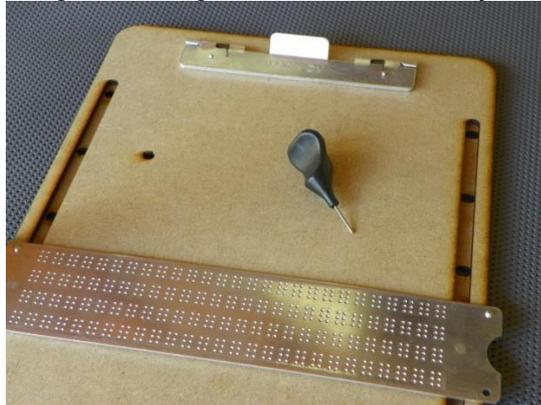
1ª série - série superior - utiliza os pontos superiores 1245	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
2ª série é resultante da adição do ponto 3 a cada um dos sinais da 1ª série	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
3ª série é resultante da adição dos pontos 3 e 6 aos sinais da 1ª série	u	v	x	y	z	ç	é	á	è	ú
4ª série é resultante da adição do ponto 6 aos sinais da 1ª série	â	ê	î	ô	ù	à	ñ/ï	ü	õ	ò/w
5ª série é formada pelos sinais da 1ª série posicionados na parte inferior da cela	,	;	:	Sinal de Divisão	?	!	=	“ ”	*	o (grau)
6ª série é formada com a combinação dos pontos 3456	í	ã	ó	Sinal de Alg.	Ponto Final ou Apóstrofo	- (hifen)				
7ª série é formada por sinais que utilizam os pontos da coluna direita da cela (456)	(4)	(45)	Barra Vertical	(5)	Sinal de Maiúscula	\$	(6)			

Fonte: Domingues *et al.*, (2010).

Uma pessoa com deficiência visual pode escrever em Braille utilizando o reglete (Figura 10), que é uma régua, geralmente de metal, que possui varias células Braille dispostas horizontalmente. Com o auxílio de um punção (que é, simplifiadamente, um furador) o deficiente visual marca a folha conforme o símbolo

desejado por ele. Um fator interessante é que a escrita em Braille deve ser feita de trás para frente, ou seja, da direita para a esquerda. Isto ocorre porque a marcação é feita na parte de trás da folha (SÁ, CAMPOS, SILVA, 2007).

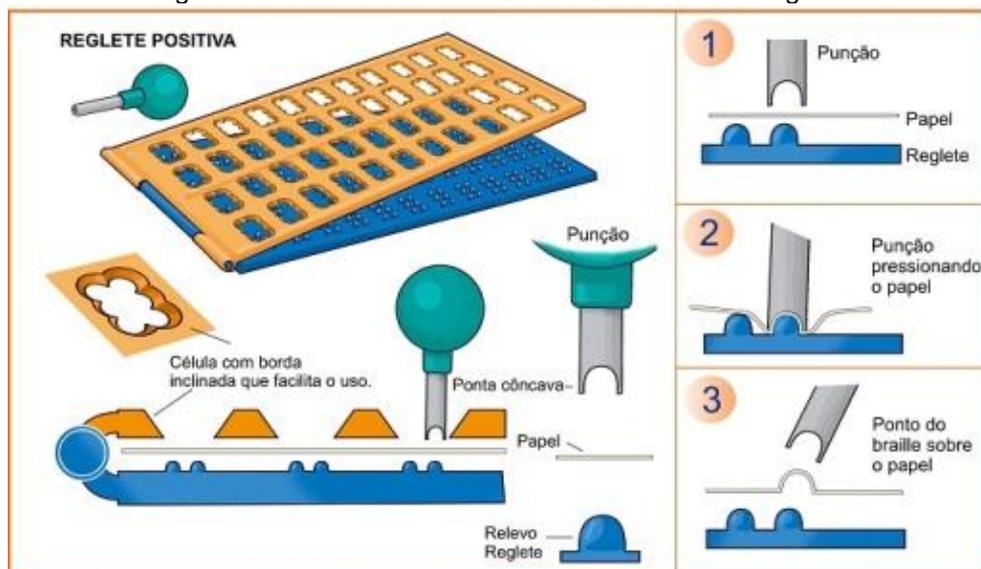
Figura 10: Reglete de Mesa com Punção.



Fonte: Livre (2018).

A Figura 11 a seguir, exemplifica como funciona o reglete.

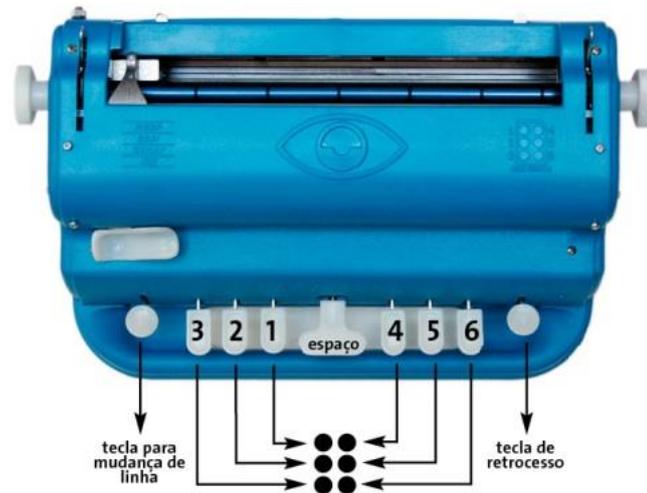
Figura 11: Como Funciona a Escrita Braille com o Reglete.



Fonte: Educacional (2018).

Outra ferramenta que auxilia a escrita em Braille é a máquina de escrever específica para deficientes visuais (Figura 12). Segundo Domingues *et al.*, (2010), a máquina é composta por três teclas paralelas de cada lado, uma tecla de espaço disposta na parte central, duas teclas, na extremidade, para pular ou retroceder linhas e um dispositivo para ajustar a folha de papel. A escrita ocorre por toques simultâneos e combinados para gerar a pontuação desejada. Com a máquina de escrever não é necessário escrever de trás para frente, facilitando à escrita (DOMINGUES *et al.*, 2010).

Figura 12: Máquina de Escrever em Braille.



Fonte: Braille (2018).

Segundo Domingues *et al.*, (2010) a compreensão da escrita em Braille é ainda mais complexa, pois exige uma base sólida de conhecimento espacial e numérico, bem como o refinamento e destreza do tato. O autor ainda acrescenta “Além disso, a posição dos dedos, a coordenação bimanual e a postura são aspectos importantes a serem considerados por que a técnica de leitura e escrita Braille depende de movimentos sincronizados das mãos”. Por estes motivos que o processo de compreensão e escrita em Braille é lento, visto que a marcação ocorre ponto a ponto, exige muita coordenação motora em função da escrita ser feita ao contrário e dificulta a correção de erros uma vez que a escrita ocorre por perfuração.

3.4.2 Audiodescrição

Segundo Domingues *et al.*, (2010), a audiodescrição consiste “na descrição clara e objetiva das informações visuais que não estão contidas nos diálogos”. Simplificadamente, a audiodescrição é capaz de trazer, através de palavras, a informação que é plenamente visual e que não seria captada de outra forma a não ser com a explicação detalhada do contexto. Segundo Queiroz (2007, apud Pozzobon, 2007) “dizem que uma imagem vale mais do que 1000 palavras, pois bem, a audiodescrição é muito mais que as tais 1000 palavras.”.

De acordo com a Lei 10.098 (BRASIL, 2000), mais conhecida como A Lei da Acessibilidade, diz que, as emissoras com sinal aberto e transmissão digital, são

obrigadas a transmitir, pelo menos duas horas semanais, de conteúdo com audiodescrição. Foi uma vitória a mais na luta pela inclusão dos deficientes visuais.

Uma das maiores possibilidades que a audiodescrição traz é a esperança de independência no consumo de bens culturais, no qual uma pessoa com deficiência visual pode ter acesso completo a uma experiência mesmo com o déficit visual. Mais do que isso, possibilita também que elementos que poderiam ser de difícil acesso, como livros, se tornem mais democráticos e acessíveis (DOMINGUES *et al.*, 2010).

3.4.3 Leitores de Tela

Segundo Sá (2009), Os *softwares* leitores de tela com síntese de voz ampliam o acesso à leitura, à escrita, ao entretenimento e à informação. Eles vão além, ampliam as perspectivas de comunicação e inserção no mundo do trabalho.

Os leitores de tela permitem que PCD visual navegue na internet, verifique a caixa de e-mail, leia textos e planilhas dentre outras tarefas corriqueiras. Segundo Domingues *et al.* (2010), através da síntese de voz, os leitores de tela, reproduzem sonoramente o que está escrito na tela, bem como fornecem o retorno do que o usuário escreve. Conforme Sá, Campos e Silva (2007), os programas mais conhecidos e difundidos no Brasil são:

Dosvox: foi desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui interfaces adaptativas que oferece programas próprios como editor de texto, leitor de documentos, recurso para impressão e formatação de textos em tinta e em Braille. Contêm jogos didáticos e lúdicos, calculadora vocal, programas sonoros para acesso à Internet, como correio eletrônico (DOMINGUES *et al.*, 2010).

Virtual Vision: é um *software* brasileiro desenvolvido pela *Micropower*, em São Paulo. Foi criado para operar com as ferramentas do ambiente Windows (aplicativos Office, navegação pela Internet, uso de programas de comunicação, como Skype e MSN). É fornecido gratuitamente pela Fundação Bradesco e Banco Real para usuários cegos (SÁ, COMPOS, SILVA, 2007).

Jaws: desenvolvido nos Estados Unidos é mundialmente conhecido como o leitor de tela mais completo e avançado. Possui uma ampla gama de recursos e ferramentas com tradução para diversos idiomas, inclusive para o português. Não

há, no Brasil, alternativa de distribuição gratuita do Jaws, que é o mais caro dentre os leitores de tela existentes no mercado (SÁ, COMPOS, SILVA, 2007).

Os itens 3.5 e 3.6 a seguir, trazem soluções para a inclusão de deficientes visuais na sociedade a nível mundial e nacional. São soluções, muitas vezes simples, que auxiliam PCD visual a superar as barreiras impostas em seu dia a dia e melhorar sua qualidade de vida. Estes Itens apresentam o levantamento inicial de possíveis similares que serão detalhados, quanto análises Funcional, Estrutural, Morfológica e Ergonômica, no Item 4.3.

3.5 Soluções Existentes no Exterior

Durante o deslocamento diário é preciso transpor uma série de obstáculos como escadarias, cruzamentos, pessoas mudando de direção ao caminhar, utilizar o transporte público. Para uma pessoa com deficiência visual transpor estas barreiras é muito mais difícil, considerando-se que eles não possuem o sentido da visão. Em 2016 a União Europeia de cegos estimou que cerca de 30 milhões de deficientes visuais vivem na Europa. Em 2010 a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgou que, mundialmente, existe cerca de 285 milhões de deficientes visuais (WINKLESS, 2017).

São milhões de PCD visual espalhadas pelo mundo que enfrentam uma série de obstáculos diariamente. Para ir trabalhar, por exemplo, é uma corrida com obstáculos que culmina no transporte público. Como utiliza-lo sem depender de outras pessoas? Como saber qual ônibus se aproxima? Pensando nisso alguns países implementaram sistemas que auxiliam deficientes visuais a usar o transporte público de maneira fácil e sem depender de terceiros. Há sistemas simples que utilizam informações táteis nas estações, até sistemas mais complexos que utilizam satélites para transmitir as informações de um dispositivo a outro.

Em Nova York as máquinas que vendem os bilhetes de metrô são equipadas com *software* de síntese de voz permitindo que deficientes visuais comprem seus bilhetes de forma rápida e sem necessidade de ajuda. Existem ainda, quiosques de informações que apresentam os mapas de forma tátil (BLIND, 2018).

Durante os anos de 2015 e 2016 os metrôs de Londres, na Inglaterra, e Sydney, na Austrália, passaram por teste para a implementação de um sistema via *Bluetooth* que auxilia a locomoção de pessoas com deficiência visual. O sistema é

formado por balizas dispostas ao longo das estações e, um aplicativo próprio instalado nos *Smartphones*. As balizas funcionam como “olhos” transmitindo aos *smartphones* informações como nomes, aproximações e chegadas das linhas, e ainda, direcionando os deficientes visuais. Por exemplo, “vire à esquerda e, em seguida, siga em frente até chegar à escada rolante” (WINKLESS, 2017). A Figura 13 ilustra como são as balizas utilizadas pelo sistema.

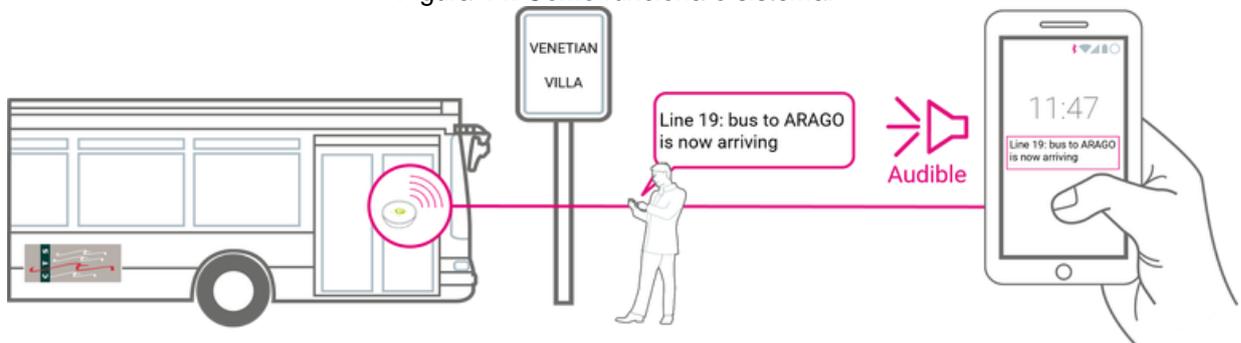
Figura 13: Balizas instaladas nas estações.



Fonte: News (2018).

Em Estrasburgo na França, os deficientes visuais usam o dispositivo, semelhante ao de Londres e Sydney, para utilizar o transporte público oferecido pela cidade. As balizas nos pontos de ônibus transmitem uma mensagem de áudio para as PCD visual através de seu *smartphone*, fornecendo o número da rota, a direção e o horário de chegada de todos os ônibus que passam pelo ponto. São mais de 1.400 balizas instaladas ao redor da cidade (WINKLESS, 2017). A Figura 14 apresenta, esquematicamente, como funciona o sistema implantado na cidade.

Figura 14: Como funciona o sistema.



Fonte: Marcellin (2016).

A Figura 15 mostra fisicamente, como são as balizas instaladas pela cidade.

Figura 15: Balizas instaladas pela cidade.

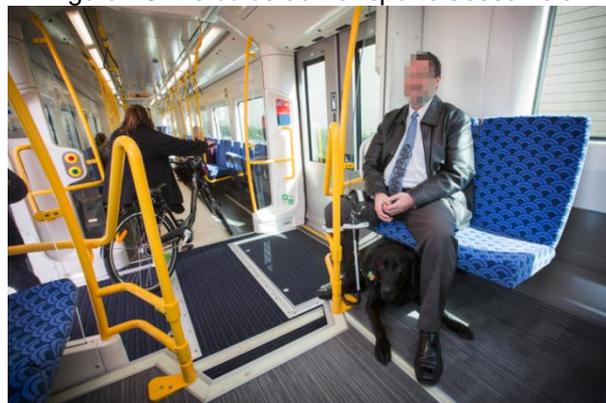


Fonte: Atb (2016).

Segundo Winkless (2017) as cidades de Estrasburgo, Londres e Sydney optaram por utilizar o sistema *Bluetooth* em vista de sua facilidade e baixo custo de implementação e compatibilidade com os *smartphones*. Os sistemas baseados no sinal GPS agregariam um maior custo de implementação e não possuiria 100% de precisão. Winkless (2017) afirma que vários fatores interferem na decisão de descartar o sistema baseado no sinal GPS, dentre eles pode-se destacar: os sinais recebidos pelo smartphone não fornecem uma posição precisa o suficiente para diferenciar entre duas paradas de ônibus próximas; em locais com grande concentração de edifícios o sinal pode se perder entre os arranha-céus deixando o deficiente visual sem cobertura de sinal; e o mais importante, sinais de GPS não penetram em subsolos, inviabilizando a implementação em sistemas de metrô, por exemplo.

Em Wellington na Nova Zelândia, os trens possuem recursos como os anúncios de áudio, exibições de informações táteis aos passageiros, alto contraste de cor e portas de acessibilidade de baixo nível (Figura 16). Todos estes fatores tornam a viagem da PCD visual muito mais segura e agradável (FOUNDATION, 2018).

Figura 16: Veículos de transporte acessíveis.



Fonte: Foundation (2018).

Existe também um aplicativo chamado *BlindSquare*® (Figura 17), que utiliza o sistema GPS como transmissor, fornecendo informações para orientar as pessoas enquanto elas utilizam o transporte público e se movimentam pelas áreas urbanas (FOUNDATION, 2018).

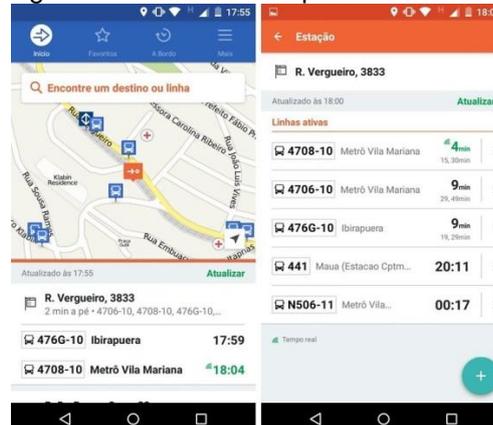
Figura 17: Interface do Aplicativo *BlindSquare*®.



Fonte: Santos (2012).

O aplicativo para *smartphone* chamado *Moovit*® é utilizado por mais de 30 milhões de pessoas em mais de 60 países. Em 2016 o aplicativo passou a ser acessível para deficientes visuais através da nova funcionalidade que integra o *VoiceOver* e o *TalkBack* no *iPhone* e no *Android*, o que torna o aplicativo acessível para a maioria dos usuários (RNIB, 2016). O *Moovit*® (Figura 14) auxilia os deficientes visuais a planejar o caminho que desejam utilizar, transmitindo informações como tarifa, rotas e horários (SALUTES, 2015). Este aplicativo é semelhante ao *CittaMobi*® citado na página 18 do presente trabalho.

Figura 18: Interface do Aplicativo *Moovit*®.



Fonte: Salutes (2015).

O sistema implementado em Viena, na Áustria, utiliza controles remotos para auxiliar os deficientes visuais a utilizarem o transporte público. Os controles remotos são ativados pelos deficientes visuais quando ouvem que um ônibus está aproximando-se. A maioria dos ônibus são equipados com um dispositivo que reage ao sinal remoto e emite, de volta ao controle, o número da linha e a direção da rota. Caso seja a linha que a PCD visual queira utilizar ela aperta um segundo botão solicitando a parada do ônibus, do mesmo modo o sinal será transmitido para o receptor no veículo e o motorista será avisado sobre o desejo de embarque. Existe ainda um terceiro botão que cancela o pedido de embarque (MARKIEWICZ E SKOMOROWSKI, 2010).

Em Praga na República Checa, as paradas de ônibus são equipadas com um dispositivo eletrônico que informa aos deficientes visuais sobre o número da rota e o destino dos veículos que se aproximam (Figura 19). O mesmo dispositivo eletrônico, quando acionado, fornece ao motorista um sinal sonoro sobre a intenção de pessoas com deficiência visual de entrar no veículo. O sistema funciona através da transmissão de sinal via ondas de rádio (MARKIEWICZ E SKOMOROWSKI, 2010).

Figura 19: Paradas de Ônibus em Praga na República Tcheca.

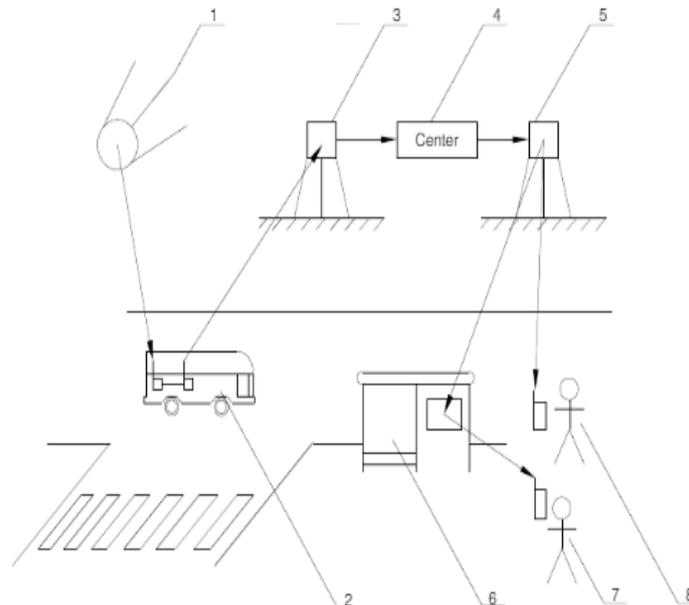


Fonte: Maps (2018).

Em Varsóvia e Nowy Sącz na Polônia, foi testado um dispositivo chamado Ariadna. O sistema funciona da seguinte forma, as paradas são marcadas com códigos em Braille, a PCD visual ao chegar à parada lê o código e o digita no aplicativo (é preciso estar conectado a internet, pois o sistema necessita de acesso ao GPS) deste modo, todas as informações sobre as linhas que transitam pela parada serão passadas ao deficiente visual. Os ônibus possuem um receptor de sinal GPS e um módulo de comunicação sem fio que recebe e transmite informações para o servidor central que, por sua vez, transmite as informações para os *smartphones* das PCD. Caso haja o desejo de utilizar determinada linha, o deficiente

visual através de seu *smartphone* seleciona a linha, imediatamente o motorista do ônibus é avisado sobre o desejo de embarque (MARKIEWICZ E SKOMOROWSKI, 2010). A Figura 20 exemplifica como funciona o sistema.

Figura 20: Exemplificação do dispositivo Ariadna.



Fonte: Markiewicz e Skomorowski (2010).

Na Figura 20, pode-se observar: os satélites GPS (1) fornecem os dados necessários para obter as informações sobre a posição atual do ônibus (2). Esta informação é enviada para a estação receptora (3) usando o sistema GPRS e no centro do sistema (4) é usado um processador de informações para determinar quando enviar a informação sobre possível atraso ou notificação sobre o veículo que chega através da estação transmissora (5) usando o sistema GPS dos telefones celulares de propriedade dos deficientes visuais (8). A extensão do sistema permite enviar as informações para o módulo instalado em um ponto de ônibus (6), que é então distribuído para os usuários finais (7) através do *Bluetooth* (MARKIEWICZ E SKOMOROWSKI, 2010).

No exterior existem inúmeras cidades que estão preparadas para conviver com pessoas com deficiência visual. Ao longo deste item foram descritos alguns dos sistemas existentes em determinadas cidades, desde os mais simples como informações táteis, passando pelos mais comuns como os aplicativos, até chegar a sistemas mais complexos que utilizam sinal via satélite. Neste item não foram descritos todas as cidades que possuem adaptações para facilitar o uso do transporte público pelos deficientes visuais, apenas as cidades das quais a autora

encontrou informações suficientes para compreender e descrever, de maneira clara, o sistema.

3.6 Soluções existentes no Brasil

Como apresentado no Item 1, página 11 do presente trabalho, cerca de sete milhões de brasileiros possuem algum tipo de deficiência visual. Durante o dia a dia destas pessoas, é preciso superar uma série de obstáculos como escadarias, cruzamentos, pessoas mudando de direção ao caminhar, utilizar o transporte público. Transpor estas barreiras, para quem não possui o sentido da visão, é muito mais difícil (SÁ, 2000).

No Brasil existem alguns dispositivos que auxiliam PCD visual a superar algumas das barreiras impostas em seu cotidiano. Os dispositivos apresentados neste item tendem a auxiliar o deficiente visual a utilizar o transporte público. O projeto ViiBus®, desenvolvido por Douglas Toledo no ano de 2013, visa promover maior independência para deficientes visuais no momento de utilizar o serviço de transporte oferecido pela cidade (VIIBUS®, 2018).

O projeto ViiBus® é uma parada de ônibus interativa que promove a autonomia aos deficientes visuais, através do envio de sinal via rádio, no momento da identificação e embarque da linha de ônibus desejada. O sistema permite que o deficiente visual selecione a linha desejada e o avisa quando o ônibus chega à parada, guiando-o para o embarque no ônibus correto através de estímulos sonoros instalados na porta do ônibus. Existe, ainda, a possibilidade de conectar o sistema à internet gerando relatórios de dados de uso que são enviados para uma aplicação web para posterior gestão do transporte e monitoramento dos equipamentos instalados (VIIBUS®, 2018).

Apesar de ser um dispositivo de grande auxílio para os deficientes visuais, o projeto ainda não foi implementado. Existia a expectativa de que o sistema fosse instalado nas principais paradas de ônibus do Rio de Janeiro para auxiliar a locomoção durante as Paraolimpíadas de 2016, porém o projeto não foi implementado (VIIBUS®, 2018). Na Figura 21 é apresentado o protótipo do sistema.

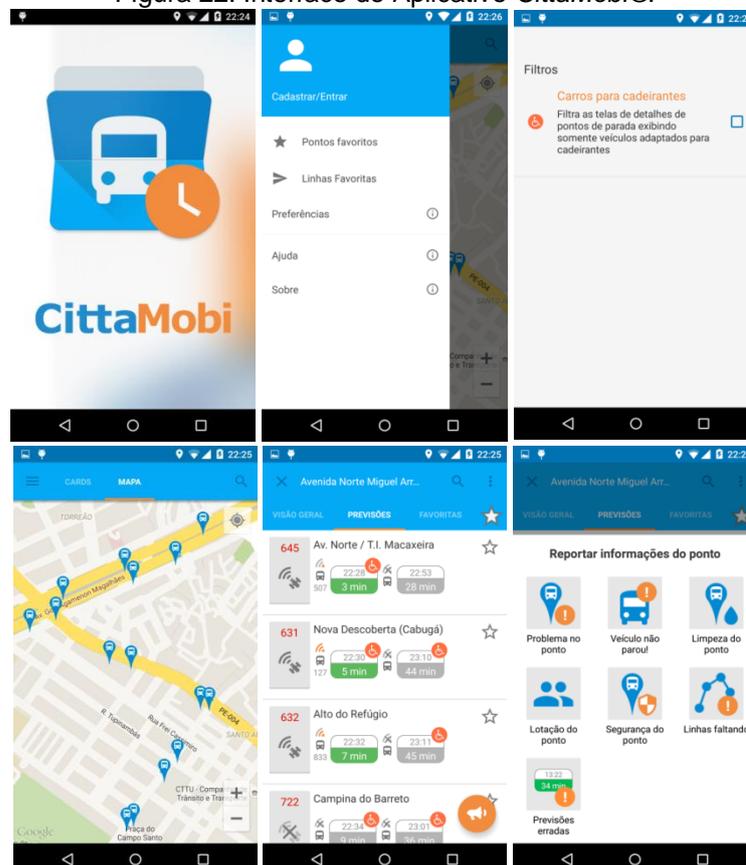
Figura 21: Protótipo Projeto ViiBus®.



Fonte: ViiBus® (2018).

Outro dispositivo que auxilia deficientes visuais a utilizar o transporte público, em funcionamento na cidade de São Paulo, é o aplicativo CittaMobi® (Figura 22). O aplicativo é voltado para a população em geral e indica o tempo de chegada e a rota praticada por cada linha, deficientes visuais também utilizam o aplicativo uma vez que ele emite os avisos de forma sonora, porém, ele não auxilia a PCD a localizar no momento da parada o ônibus que ela deseja utilizar. O usuário, ainda, precisa ceder ao aplicativo acesso ao GPS e a *Internet* do *smartphone* (CITTAMOBIL®, 2018).

Figura 22: Interface do Aplicativo CittaMobi®.



Fonte: CittaMobi® (2018).

Existe ainda um dispositivo semelhante ao ViiBus®. O produto, conhecido como DPS 2000®, foi desenvolvido na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e consiste em dois dispositivos, um acoplado dentro do ônibus e o outro portátil que fica de posse da PCD visual, que se comunicam através de sinal via rádio (RODRIGUES, 2012).

Quando o deficiente visual chega à parada, ele escolhe a linha desejada no aparelho e o dispositivo começa a emitir um sinal. As linhas de ônibus são inseridas manualmente no aparelho pela PCD visual através de comandos de voz. O dispositivo comporta a gravação de até 50 linhas, podendo ser regravadas quando necessário. O sinal é recebido pelo motorista da linha de ônibus escolhida quando o mesmo estiver a cerca de 100 metros do emissor. O dispositivo que fica dentro do ônibus (Figura 23) avisa ao motorista, através de sinal sonoro, de que um PCD visual deseja embarcar no ônibus na próxima parada (REI, 2012).

Figura 23: Dispositivo DPS 2000®.



Transmissor portátil utilizado pelo passageiro

Receptor instalado em cada ônibus

Fonte: Rpdrigues (2012).

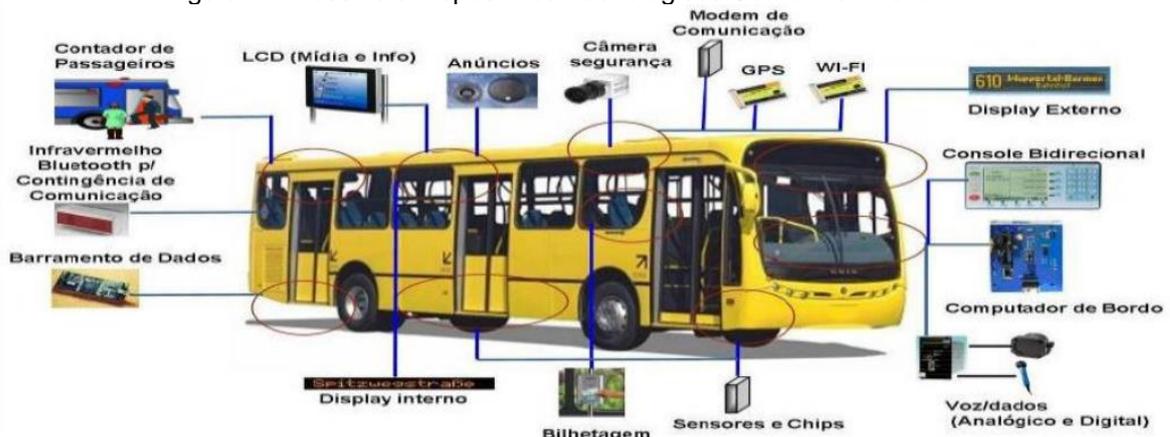
Em comparação com os dispositivos existentes no exterior, apresentados no Item 3.5, o Brasil está desatualizado no quesito acessibilidade para deficientes visuais. Porto Alegre, por exemplo, possui apenas 21,5% das paradas com piso tátil como visto no Item 1.1. Existe muito a melhorar e é isto que este trabalho propõe.

Segundo Mello (2016) a Prefeitura de Porto Alegre, em parceria com a Moovit®, desenvolveu um aplicativo de voz para celulares, o qual fornece informações sobre itinerários, paradas e horários de ônibus de forma auditiva. O aplicativo foi lançado em 2016 no salão Nobre do Paço Municipal, conforme a reportagem:

O desenvolvimento do aplicativo foi realizado pelo Moovit® em parceria com a Secretarias de Acessibilidade e Inclusão Social (Smacis), EPTC e PoADigital. De acordo com o CEO da Recarga Agora, empresa que representa o Moovit®, Michel Costa, o aplicativo tem 590 mil usuários em Porto Alegre (MELLO, 2016).

Conforme o edital lançado em 2015 pela Empresa de Transporte e Circulação (EPTC), os ônibus da cidade de Porto Alegre deveriam estar equipados com uma série de dispositivos tecnológicos (Figura 24) que facilitariam o uso do serviço pelos usuários. O anexo III D – Nota Técnica sobre Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) do edital, explica detalhadamente como e quais tecnologias poderiam ser aplicadas. Infelizmente, as empresas, interessadas na concessão do serviço, contornaram as exigências deste anexo alegando alto custo de implementação (PORTO ALEGRE, 2015).

Figura 24: Possíveis Dispositivos Tecnológicos Conforme Anexo III D.



Fonte: Casal *et al*, p.18 (2012).

O Item 3.7 exhibe informações quanto às tecnologias utilizadas nos similares levantados nos Itens 3.5 e 3.6. As informações presentes no Item a seguir são relevantes para, posteriormente, decidir qual é o melhor sistema a ser empregado no projeto desenvolvido no presente trabalho. A seguinte escolha do sistema baseia-se na relação custo e benefício.

3.7 Sistemas de Transmissão sem Fio

Sistemas de transmissão sem fio, também conhecidos como *Wireless*, é uma forma de conexão de dispositivos que não utiliza fios para isso. Segundo Ribeiro

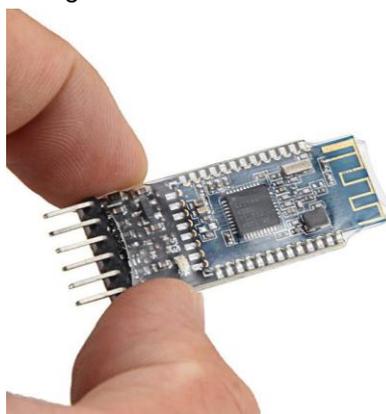
(2012), uma rede sem fio transmite os dados entre dois ou mais pontos, estando fisicamente próximos ou não.

A transmissão pode ser feita através da radiação infravermelha, via satélites ou por meio de radiofrequências. O funcionamento ocorre por meio do *Access Point* (Ponto de Acesso), o dispositivo principal envia os dados na forma de ondas de rádio para serem captadas por antenas e transmitidas para todos os dispositivos secundários conectados à rede (RIBEIRO, 2012).

As redes de transmissão sem fio são reguladas pelo governo de cada país, segundo Cmm (2017), isto ocorre porque, frequentemente, o principal consumidor desta tecnologia são os militares. O controle visa proteger a comunicação militar evitando que dados importantes caiam em mãos erradas. Contudo Cmm (2017), afirma que o governo disponibiliza frequência para utilização livre, ou seja, não requer licença. Será apresentada às tecnologias utilizadas nos dispositivos apresentados nos Itens 3.5 e 3.6 deste trabalho.

Segundo Câmara (2012), a tecnologia de transmissão via *Bluetooth*, foi desenvolvida em 1994, pela empresa Ericsson, permitindo a troca de dados e arquivos entre dispositivos de forma rápida e segura. O autor completa, o sistema utiliza frequência via rádio de onda curta (2.4 GHz) para conectar os dispositivos. Embora exista transmissão via *Bluetooth* do tipo Classe 1 (alcance de 100 metros), as mais comumente usadas são a do tipo Classe 2 e 3 (alcance entre 1 e 10 metros). A transmissão via *Bluetooth* ocorre através de uma rede chamada *Piconet*, que permite a conexão de até oito dispositivos ao mesmo tempo. Para aumentar essa quantidade, é possível sobrepor mais *piconets*, capacitando o aumento de conexões, esse método é conhecido como *scatternet* (CÂMARA, 2012). A Figura 25 apresenta o módulo responsável pela transmissão do sinal *Bluetooth*.

Figura 25: Módulo Bluetooth.



Fonte: 4hobby (2019).

O sistema *Global Positioning System* (GPS), sistema de posicionamento global, funciona a partir de uma rede de 24 satélites em órbita, trocando sinais e informações com os dispositivos conectados a eles. O sistema é completo, sendo capaz de processar informações como a velocidade, sentido da rota, altitude em relação ao mar e estimativas sobre tempo e velocidades médias para concluir o percurso (GARRETT, 2014).

Segundo Garrett (2014), os GPS são uma espécie de relógios. No interior dos satélites, existem relógios atômicos de grande precisão (atrasando cerca de 1 segundo a cada 100 mil anos) que registram a hora em que um sinal é emitido para a Terra e conferem a diferença de tempo que o sinal emitido em resposta pelo dispositivo leva a chegar. É esta diferença de tempo, monitorado por vários satélites (triangulação), que faz com que o sistema aponte, com precisão de metros, o ponto de localização do dispositivo (GARRETT, 2014).

Brain (2018) explica que a onda de rádio é composta por uma onda eletromagnética (oscilação simultânea entre um campo elétrico e um campo magnético perpendiculares entre si) propagada através de uma antena. As ondas de rádio possuem diferentes frequências e, para receber determinado sinal, é preciso sintonizar o receptor na frequência desejada (BRAIN, 2018). Na Figura 26 podemos observar o emissor de sinal via rádio.

Figura 26: Emissor de Sinal via Rádio.



Fonte: Usinainfo (2018)

Segundo Brain (2018) maneira mais segura de transmitir ondas de rádio é através de ondas senoidais. A razão para isso é a grande quantidade de ondas que estão sendo transmitidas ao mesmo tempo. Para diferenciar as ondas é preciso atribuir uma frequência específica para cada onda senoidal. É necessário um transmissor e um receptor para operar as ondas de rádio. O transmissor obtém os

dados a serem transmitidos, o codifica em uma onda senoidal e o transmite por meio das ondas de rádio. O receptor recebe as mesmas ondas de rádio e decodifica os dados recebidos. Tanto o transmissor quanto o receptor usam antenas para transmitir e captar o sinal de rádio (BRAIN, 2018).

Conforme Brain (2018), ondas senoidais não possuem informações, para contornar isso ele emenda “É preciso modular a onda de algum modo para codificar informações nela.”. Existem três maneiras de modular as ondas senoidais:

Modulação por pulso (PM): Basicamente liga-se e desliga-se a onda senoidal. É semelhante à transmissão via código Morse. A PM (Figura 27) não é tão comum atualmente (BRAIN, 2018).

Figura 27: Modulação de Onda Por Pulso.



Fonte: Brain (2018).

Amplitude modulada (AM): Utilizada para codificar dados por estações de rádio AM e imagens de TV. Na AM (Figura 28), a amplitude da onda senoidal muda. A onda senoidal produzida pela voz de uma pessoa é colocada sobre a onda senoidal do transmissor para variar sua amplitude, por exemplo (BRAIN, 2018).

Figura 28: Modulação de Onda Por Amplitude Modulada.



Fonte: Brain (2018).

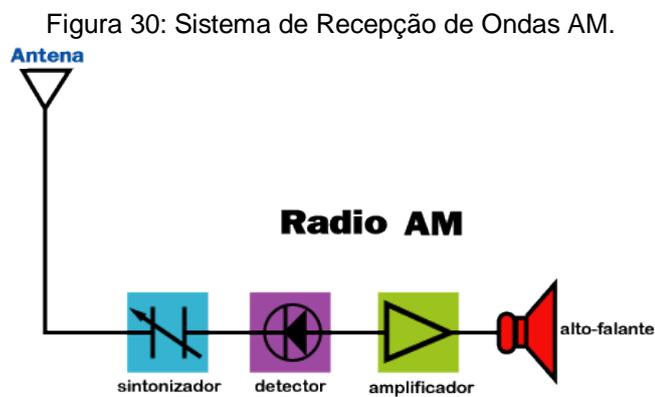
Frequência modulada (FM): Utilizada por estações de rádio FM e outras tecnologias sem fio como o som da TV, telefones sem fio, telefones celulares. A grande vantagem da FM é a imunidade ao ruído. Na modulação FM (Figura 29), a frequência da onda senoidal do transmissor muda ligeiramente baseada no sinal de informações (BRAIN, 2018).

Figura 29: Modulação de Onda Por Frequência Modulada.



Fonte: Brain (2018).

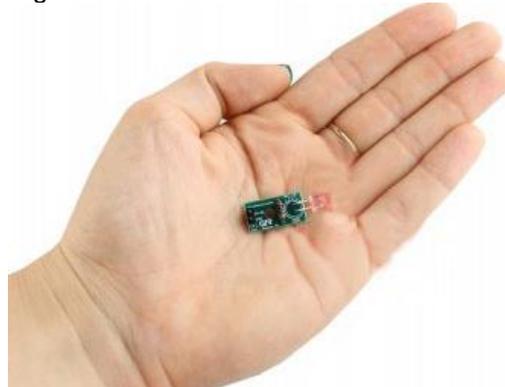
Conforme descrito por Brain (2018), o receptor é composto por uma antena, um sintonizador, um detector e um amplificador. A antena é responsável por receber as diversas ondas senoidais de rádio. O sintonizador faz com que o dispositivo receba apenas a onda de rádio que foi preestabelecida pelo usuário. O detector responde por extrair os dados contidos na onda senoidal. E por fim, o amplificador é responsável por amplificar o sinal e o transmitir aos alto falantes. A Figura 30 exemplifica o que foi descrito no parágrafo. A recepção de sinal de ondas via rádio no modo FM é semelhante ao AM, mudando apenas o tipo de receptor utilizado no processo (BRAIN, 2018).



Fonte: Brain (2018).

Segundo Petrin (2018), a radiação infravermelha (IV), descoberta em 1800 por William Herschel, astrônomo inglês, é muito utilizada para troca de informações entre dispositivos eletrônicos como computadores, celulares, televisores. O sistema envia pulsos de radiação infravermelha que representam códigos binários específicos. Esses códigos são captados por um receptor que decodifica os pulsos de luz em dados binários, 1 e 0, que será lido pelo microprocessador do outro dispositivo. Deste modo o microprocessador realizará o comando acionado (LAYTON, 2018). Na figura 31 encontra-se um emissor de sinal infravermelho.

Figura 31: Emissor de Sinal Infravermelho.



Fonte: Usinainfo (2019)

Conforme Layton (2018), o sinal infravermelho possui algumas limitações relacionadas à natureza da própria luz infravermelha. Possui um alcance de apenas 10 metros e é preciso existir uma linha de visão entre os dispositivos. Sinais infravermelhos não são transmitidos através de paredes e nem fazem curvas. Outro ponto desfavorável é a interferência sofrida pelo sinal. Isso decorre do fato de a luz infravermelha ser comum e, portanto, mais suscetível a interferências (LAYTON, 2018).

4 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Como forma de acrescentar informações relevantes ao trabalho, contactou-se deficientes visuais e um representante da EPTC. Foram realizadas entrevistas, na forma presencial e por telefone, com o público-alvo do presente trabalho. As respostas das entrevistas com o público-alvo estão disponíveis no Apêndice A deste trabalho. No Apêndice B deste trabalho, é possível conferir a entrevista realizada com o representante da EPTC.

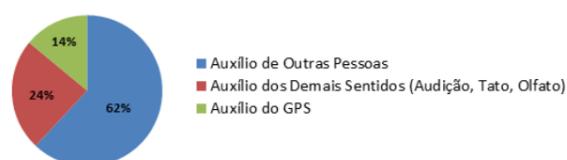
4.1 Entrevista com Deficientes Visuais

Com o objetivo de auxiliar na identificação dos principais problemas durante o uso do transporte público por deficientes visuais, foi elaborado e aplicado um questionário com um grupo de deficientes visuais residentes ou não na cidade de Porto Alegre. O questionário foi aplicado de forma presencial para três entrevistados, e a distância (com auxílio de telefone) para os demais entrevistados. Entre os dias 08/10/2018 á 17/10/2018, a pesquisa obteve 21 respostas. É possível conferir os resultados da pesquisa nas próximas páginas.

As opiniões apontadas na entrevista foram de grande valia, pois indicaram quais os principais problemas a serem abordados no desenvolvimento de um novo dispositivo que auxilie deficientes visuais a utilizarem o transporte público. Ocorreu, também, o indicativo de que, caso haja melhorias, os usuários utilizariam mais ou passariam a utilizar o serviço de transporte oferecido pela cidade.

Como observado no Gráfico 1, a melhor forma para se localizar quando em locais públicos é com o auxílio de outras pessoas. Parte dos entrevistados relatou o uso do GPS como auxiliador, porém existem ressalvas, uma vez que é preciso ter uma boa noção espacial e de distância percorrida; a precisão do GPS também é um agravante, como visto nos item 3.5 e 3.7 deste trabalho. Conforme análise das respostas e posterior análise da jornada do usuário, concluiu-se que o deficiente visual, ao sair na rua, necessita de um conjunto de habilidades, ele precisa estar disposto a pedir ajuda para terceiros, utilizar os demais sentidos e ter boa noção espacial.

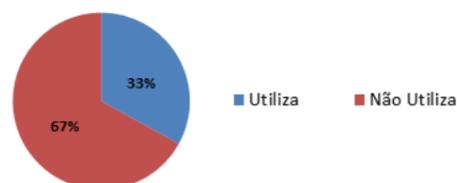
Gráfico 1: Questão Sobre Localização em Locais Públicos.
Qual é a melhor forma para você se localizar quando está na rua?



Fonte: Autora (2019).

O Gráfico 2 mostra as respostas quando ao uso de *smartphones* em locais públicos. A maior parte dos entrevistados não utilizam telefones celulares em vias públicas. Isto decorre do fato de, atualmente, estarmos vivendo em constante insegurança ao sair de casa. Os entrevistados relatam não sentir segurança em locais públicos, por este motivo não utilizam *smartphones* quando estão fora de casa, salvo em casos extremos ou de emergência.

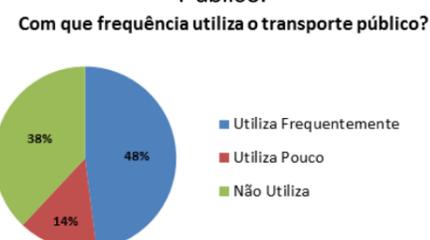
Gráfico 2: Questão Sobre Utilização de *Smartphones* em Locais Públicos.
Usaria um *Smartphone* como auxílio?



Fonte: Autora (2019).

Observando o Gráfico 3 percebe-se que a maior parte dos entrevistados utiliza o transporte público frequentemente. Há, ainda, uma parcela que não utiliza o transporte público, porém, como relatado em algumas entrevistas, caso haja melhora no serviço oferecido, alguns deles passariam a utilizá-lo. Existe o relato de alguns problemas relativo ao uso do transporte público, ocasionando certo desconforto ao utilizar o serviço oferecido pela cidade de Porto Alegre.

Gráfico 3: Questão Sobre Frequência de Utilização do Transporte Público.



Fonte: Autora (2019).

Como observado no Gráfico 4, em função dos problemas ao utilizar o transporte público, a maior parte dos entrevistados não se sente confortável ao utilizar o serviço. Este problema é ocasionado pelo despreparo da sociedade como um todo (SÁ, 2005). Infelizmente as cidades ainda não estão aptas a receber, de forma adequada, as pessoas com deficiência visual (SÁ, 1992).

Gráfico 4: Questão Sobre Conforto ao Utilizar o Transporte Público.
Você se sente confortável ao utilizar o transporte público?



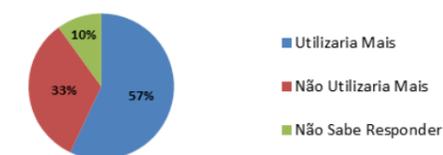
Fonte: Autora (2019).

No Gráfico 5, é importante destacar que 57% dos entrevistados responderam que utilizariam com mais frequência o transporte público caso fosse melhorado. Investir nesta questão resultará em maior retorno de

satisfação das PCD visual, o que possibilita maior independência aos deficientes visuais, mais oportunidades no mercado de trabalho (SÁ, 1994).

Gráfico 5: Questão Sobre Utilizar novamente o Transporte Público caso ocorresse melhorias.

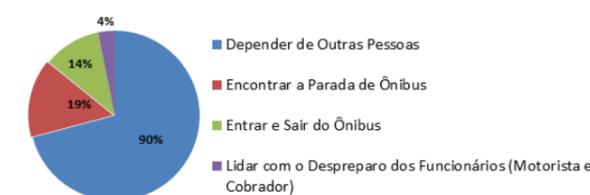
Se alguma condição fosse melhorada no transporte, você o usaria com mais frequência?



Fonte: Autora (2019).

O Gráfico 6, a seguir, apresenta dados, apontados pelos entrevistados, referentes aos principais problemas ao utilizar o transporte público. A somatória das percentagens ultrapassou 100% visto que os entrevistados apontaram mais de um problema em suas respostas.

Gráfico 6: Questão Sobre Problemas ao Utilizar o Transporte Público.
Qual a maior dificuldade ao utilizar o transporte público?



Fonte: Autora (2019).

Como observado no Gráfico 6, a maior parte dos entrevistados responderam que a grande dificuldade ao utilizar o transporte público é depender de outras pessoas. Outro ponto interessante apontado pelos entrevistados é o problema referente às paradas de ônibus, mais especificamente em como encontra-las. Um grupo de pessoas entrevistadas citou outro ponto a ser levado em consideração, a dificuldade de entrar nos ônibus. Como problema menos relevante citado pelos entrevistados, está o despreparo dos motoristas/funcionários.

4.2 Entrevista com Representante da EPTC

Com o objetivo de auxiliar na identificação de aspectos técnicos referentes ao transporte público de Porto Alegre, contatou-se a Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC). Inicialmente existia a expectativa de uma entrevista presencial com um dos Engenheiros de Transportes da EPTC. Entretanto a entrevista presencial não aconteceu em virtude da agenda atribulada do representante da empresa.

Posteriormente aplicou-se a entrevista via e-mail dia 13/10/2018. As respostas para o questionário chegaram, apenas, no dia 26/11/2018, após uma série de novos e-mails reforçando ao pedido para responder as questões. As respostas, bem como as questões, podem ser conferidas no Apêndice –B do presente trabalho.

Por meio das respostas oriundas do questionário foi possível sanar algumas dúvidas técnicas quanto ao transporte público de Porto Alegre (POA). A apresentação dos dados obtidos ocorrerá na forma de tópicos.

- ✓ Existem 995 pessoas com deficiência visual cadastradas na prefeitura de Porto Alegre como usuárias do transporte público.
- ✓ O transporte público é regido pela legislação brasileira. Essas leis, normas e decretos podem ser conferidos no Apêndice –B deste trabalho.
- ✓ Conforme Edital de Licitação, os ônibus de POA devem estar equipados com um dispositivo GPS, porém, ainda não ocorreu a implementação. Está em fase de apresentação do Projeto Executivo por parte dos Operadores.
- ✓ Os ônibus não são equipados com sistema de som em virtude da legislação municipal não prever este requisito.
- ✓ Uma das exigências do Edital de Licitação do Transporte Coletivo é a acessibilidade para as pessoas com deficiência visual.
- ✓ Existe um projeto para padronizar as paradas de ônibus de Porto Alegre, porém não será apenas um modelo em virtude dos tipos de abrigo existentes, que são: Estações de Corredor de ônibus, Terminais, e em relação a Pontos de Parada, estes dependem do espaço nas calçadas, alterando assim, as dimensões.
- ✓ Os funcionários são treinados para atender as pessoas com deficiência visual.
- ✓ As empresas estão dispostas a tornar o serviço mais acessível à PCD, visto que é uma das exigências do Edital.

As respostas oriundas da entrevista foram de grande valia, pois sanaram alguns aspectos técnicos no qual a autora tinha algumas dúvidas. Ocorreu, também, o indicativo de que as empresas estão dispostas a tornar o serviço de transporte público mais acessível, porém é um processo lento.

4.3 Análise de Similares

Com o objetivo de comparar as principais vantagens e desvantagens dos modelos existentes no mercado, é realizada a análise sincrônica de similares. A análise sincrônica, apresentada neste trabalho, conta com os principais dispositivos existente no mercado nacional e mundial atualmente.

A análise diacrônica não será apresentada neste trabalho uma vez que a tecnologia utilizada para operacionalizar o dispositivo proposto assemelha-se à tecnologia utilizada nos *smartphones*, portanto é uma tecnologia recente. Segundo Voltolini (2014), o primeiro *smartphone* da história (Figura 32) foi lançado publicamente em 2000, pela empresa *Ericsson*.

Figura 32: Primeiro Smartphone da História.



Fonte: Voltolini (2014).

As mudanças ocorridas nestes 19 anos estão mais relacionadas à questão formal. Parte desta mudança formal está relacionada com as mudanças ocorridas nos circuitos eletrônicos do hardware, que se tornaram mais compactos, potentes e ágeis. Por tratar-se de mudanças recentes, não é possível realizar uma análise diacrônica contendo dados relevantes para o presente trabalho.

4.3.1 Análise Sincrônica

Durante a análise sincrônica de similares são relacionados os dispositivos existentes no mercado internacional, citados no item 3.5. Bem como os dispositivos existentes no mercado nacional, relacionados no item 3.6.

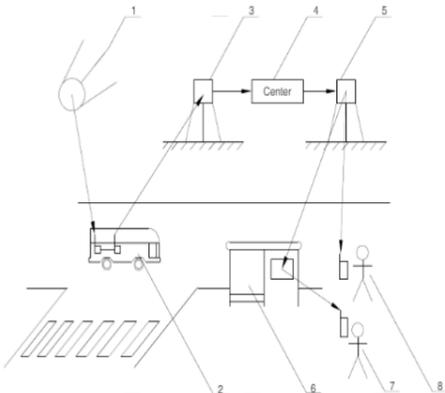
Para melhor transmitir ao leitor, as informações estão dispostas na forma de quadros. Os Quadros apresentados a seguir trazem informações quanto às análises estrutural, funcional, morfológica e ergonômica de cada dispositivo físico avaliado. Também se desenvolveu a avaliação Heurística dos similares no formato de aplicativo para *Smartphones*.

Quadro 01: Análise de Similares de Dispositivos Físicos, Parte 1.

Similares	Análise Funcional	Análise Estrutural	Análise Morfológica	Análise Ergonômica
 <p>Beacon (Balizas): Implementado em Londres e Sydney</p>	<p>Dispositivo híbrido (Beacon Fixo + aplicativo em <i>Smartphone</i>) guia, de forma auditiva, deficientes visuais através de sinal emitido pelas balizas e recebidos pelo <i>Bluetooth</i> dos <i>Smartphones</i>. Informações repassadas pelo aplicativo instalado nos smartphones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Externa: Produto composto por polímero. - Produto com formas geométricas. - Estrutura Interna: Produto composto por circuito eletrônico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formas facetadas - Arestas levemente arredondadas. - Monocromático. - Produto discreto 	<ul style="list-style-type: none"> - Leve e fácil de ser transportado. - Não ocupa muito espaço. - Fácil fixação (Cola).
 <p>Beacon (Balizas): Implementado em Estrasburgo, França.</p>	<p>Dispositivo híbrido (Beacon Fixo + aplicativo em <i>Smartphone</i>) guia, de forma auditiva, deficientes visuais através de sinal emitido pelas balizas e recebidos pelo <i>Bluetooth</i> dos <i>Smartphones</i>. Informações repassadas pelo aplicativo instalado nos smartphones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Externa: Produto composto por polímero. - Produto geométrico - Estrutura de fixação em metal. - Estrutura Interna: Produto composto por circuito eletrônico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Forma cilíndrica. - Arestas levemente arredondadas. - Em sua maioria monocromática. Possui tons de azul na parte central da face superior. - Produto discreto 	<ul style="list-style-type: none"> - Leve e fácil de ser transportado. - Não ocupa muito espaço. - Fácil fixação (Parafusos).
<p>Controle Remoto *Autora não encontrou imagens para ilustrar este dispositivo. A análise foi baseada na descrição relatada por Markiewicz; Skomorowski, (2010).</p>	<p>Controle remoto composto por 3 botões (um para identificar linha, outro para solicitar parada e um terceiro para cancelar o pedido de parada). O dispositivo funciona com a utilização do sinal via Infravermelho que reage com um receptor instalado nos veículos. Possivelmente informações dos botões são em Braille.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Externa: polimérica. - Estrutura Interna: circuito eletrônico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possivelmente forma geométrica simples com arestas arredondadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Leve e fácil de ser transportado. - Não ocupa muito espaço. - Cuidado com tamanho, estar de acordo com o alcance dos usuários.
 <p>Totem: Implementado em Praga.</p>	<p>Totens colocados nas paradas. PCD visual selecionam a linha que desejam utilizar. Informações no totem em escrita Braille. Informações transmitidas via rádio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Simples. - Totem mais alto em função da antena necessária para a transmissão de sinal. - Estrutura em metal. - Fixado ao chão. - Botões para selecionar linha desejada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Forma geométrica simples. - Espaços vazados, possivelmente para economia de material e barateio do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações em Braille ao alcance da mão. - Não ocupa muito espaço horizontalmente. - Cuidado com a altura e disposição das informações;

Fonte: Autora (2019).

Quadro 02: Análise de Similares de Dispositivos Físicos, Parte 2.

Similares	Análise Funcional	Análise Estrutural	Análise Morfológica	Análise Ergonômica
 <p>Dispositivo Ariadna Implementado em duas cidades da Polônia</p> <p>*As análises Estrutural, Morfológica e Ergonômica baseiam-se no elemento físico nas paradas de ônibus.</p>	<p>Dispositivo híbrido (Elemento fixo nas paradas + aplicativo em <i>Smartphone</i>). Funciona de forma conjunta com um aplicativo instalado nos <i>Smartphones</i> dos usuários. Auxilia as PCD a se inteirarem (de forma sonora) das informações referentes ao transporte. É preciso selecionar a linha desejada para o motorista ser avisado de que precisa parar. Funciona através do sinal GPS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Existem placas de metal com o número da parada em Braille. É preciso inserir esse número no aplicativo para ter acesso às informações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Placa possui forma geométrica. Possivelmente um retângulo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Placa ao alcance das mãos. - Possivelmente seguindo padrões da escrita em Braille.
 <p>ViiBus®: Protótipo brasileiro.</p>	<p>Torna as paradas de ônibus interativas. A PCD lê as informações em Braille, seleciona a linha desejada e o motorista é avisado através da transmissão de sinal via rádio. Motorista ao parar avisa ao dispositivo se a PCD embarcou ou não.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Externa: Metal. - Estrutura Interna: Emissor de sinal via rádio e outros componentes eletrônicos. - Botão referente às linhas pode mudar de acordo com quantidade de linhas. - Dois botões fixos para confirmar ou cancelar pedido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Forma geométrica simples. - Possui contraste entre as cores. - Interface simples e objetiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Módulos fixos nas paradas. - Não ocupa muito espaço. - Contraste entre cores ajuda a leitura por pessoas com baixa visão - Ao alcance das mãos.
 <p>Transmissor portátil utilizado pelo passageiro</p> <p>Receptor instalado em cada ônibus</p> <p>DPS 2000®: Dispositivo desenvolvido na UFMG.</p>	<p>Torna o processo de utilizar o transporte público por PCD visual totalmente autônomo. Um dispositivo fica fixo dentro do ônibus o outro fica de posse da PCD visual. O deficiente visual informa a linha que deseja utilizar e o motorista é avisado quando estiver a cerca de 100 metros da parada. Sistema funciona via sinal de rádio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo fixo ao ônibus: Receptor de sinal via rádio e autofalante. Confeccionado com materiais poliméricos e metálicos. - Dispositivo portátil: exterior do produto confeccionado com material polimérico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formas geométricas simples. - Dispositivo portátil: existe apenas um botão direcional, localizado na lateral, que ativa o menu de áudio do dispositivo. - Dispositivo de fácil uso e objetivo. 	<p>Dispositivo portátil:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produto compacto. - Possui boa pegada. - Botão localizado na lateral, facilitando o uso. - Bordas arredondadas. - Leve e fácil de ser transportado.

Para melhor analisar os similares de projeto que utilizam aplicativos para *smartphone*, a autora realizou a Avaliação Heurística. Segundo Agni (2015), a avaliação heurística é uma ferramenta de inspiração utilizada para encontrar determinados tipos de problemas em interfaces. A ferramenta foi desenvolvida por Jakob Nielsen e Rolf Molich em 1990. Agni (2015) afirma, “A capacidade heurística é uma característica humana para descobrir ou resolver problemas a partir da experiência prática, da observação e da criatividade.”.

A avaliação heurística sofreu uma pequena adaptação para o presente trabalho uma vez que, apenas uma pessoa realizou a avaliação e não um grupo de pessoas. Outro ponto a ser ressaltado, a autora realizou a avaliação dos aplicativos duas vezes, primeiro de olhos vendados e após sem a venda. O Quadro 03 apresenta as 10 heurísticas de usabilidade de Nielsen e Molich. Não foi possível obter o aplicativo *BlindSquare*®, por este motivo ele não está presente no Quadro 03.

Quadro 03: As 10 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen e Molich.

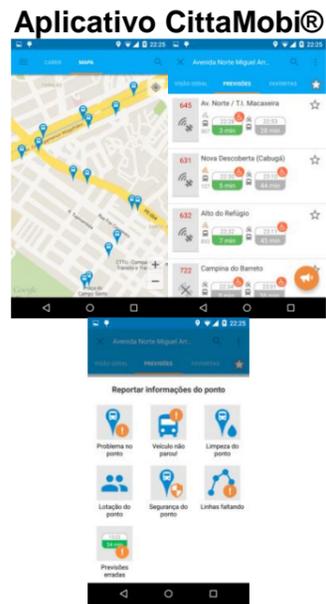
(continua)

Avaliação Heurística										
Similares de Projeto: Aplicativos	Diálogos simples e naturais.	Falar a linguagem do usuário.	Minimizar a sobrecarga de memória do usuário.	Consistência.	Feedback.	Saídas claramente demarcadas.	Atalhos.	Boas mensagens de erro.	Prevenir erros.	Ajuda e documentação.
 <p>Aplicativo Moovit®</p>	<p>A interface inicial apresenta sete botões. A avaliação com os olhos vendados é mais complicada, pois os botões ficam próximos. Porém, avaliando o aplicativo sem a venda, é possível observar que as informações estão claras e concisas. O aplicativo apresenta apenas o necessário.</p>	<p>Durante a análise com a venda foi difícil utilizar uma vez que, não recebi os avisos de forma sonora, apenas através de vibração.</p>	<p>Ao realizar a análise de forma vendada é preciso ter boa memória e noção espacial uma vez que, é preciso memorizar o tamanho da tela/interface do aplicativo para saber o local aproximado onde fica o botão desejado.</p>	<p>O aplicativo é bem consistente. A autora Avançou e recuou interfaces dentro do aplicativo e as posições das informações não mudaram a localização.</p>	<p>Em ambas as avaliações, com a venda e sem a venda, a autora não recebeu feedback.</p>	<p>As saídas ficavam no canto superior esquerdo da interface, porém são pequenas.</p>	<p>O aplicativo apresenta botões de atalho, entretanto fica no meio dos demais, dificultado o acionamento no teste com a venda.</p>	<p>Durante a avaliação, a autora não recebeu nenhuma mensagem de erro.</p>	<p>Os botões pequenos induzem os usuários ao erro, uma vez que é difícil acioná-lo sem “esbarrar” em outras funções.</p>	<p>Na avaliação sem a venda constatou-se que a interface é intuitiva, não é necessário ajuda para utilizar ao aplicativo. Por outro lado, na avaliação com a venda, é necessário a ajuda ou, ainda, treinar/memorizar as funções antes de efetivamente utilizar o aplicativo.</p>

Fonte: Autora (2019).

Quadro 03: As 10 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen e Molich.

(conclusão)

Similares de Projeto: Aplicativos	Avaliação Heurística									
	Diálogos simples e naturais.	Falar a linguagem do usuário.	Minimizar a sobrecarga de memória do usuário.	Consistência.	Feedback.	Saídas claramente demarcadas.	Atalhos.	Boas mensagens de erro.	Prevenir erros.	Ajuda e documentação.
<p>Aplicativo CittaMobi®</p> 	<p>A interface inicial apresenta sete Funções. A avaliação com os olhos vendados é mais complicada, pois os botões ficam próximos e são pequenos. Porém, avaliando o aplicativo sem a venda, é possível observar que as informações estão claras e concisas. O aplicativo apresenta apenas o necessário.</p>	<p>Durante a análise com a venda foi difícil utilizar ao aplicativo uma vez que, não recebi os avisos de forma sonora.</p>	<p>Ao realizar a análise de forma vendada é preciso ter boa memória e noção espacial uma vez que, é preciso memorizar o tamanho da tela/interface do aplicativo para saber o local aproximado onde fica o botão desejado.</p>	<p>O aplicativo é bem consistente. A autora Avançou e recuou interfaces dentro do aplicativo e as posições das informações não mudaram a localização.</p>	<p>Em ambas as avaliações, com a venda e sem a venda, a autora não recebeu feedback.</p>	<p>As saídas ficavam no canto superior esquerdo da interface, porém são pequenas.</p>	<p>O aplicativo apresenta botões de atalho, entretanto são pequenos, dificultado o acionamento no teste com a venda.</p>	<p>Durante a avaliação, a autora não recebeu nenhuma mensagem de erro.</p>	<p>Os botões pequenos induzem os usuários ao erro, uma vez que é difícil acioná-lo sem “esbarrar” em outras funções.</p>	<p>Na avaliação sem a venda constatou-se que a interface é intuitiva, não é necessário ajuda para utilizar ao aplicativo. Por outro lado, na avaliação com a venda, é necessário a ajuda ou, ainda, treinar/memorizar as funções antes de efetivamente utilizar o aplicativo.</p>

Fonte: Autora (2019).

4.3.2 Conclusão das Análises de Similares

Os resultados apresentados neste item provêm das análises de similares e da análise das respostas obtidas com as entrevistas realizadas com o público-alvo.

Conforme a análise de similares realizada no item anterior, pode-se observar que dispositivos que utilizam de algum modo, aplicativos para *smartphones* são a maioria. Por outro lado, a maior parte destes aplicativos não guia o deficiente visual até a porta do ônibus, nem o avisa quando o veículo parou, além de serem mais complexos de utilizar. É preciso treinar o uso antes de usá-lo. Outro ponto negativo é a resistência das pessoas em usar *smartphones* em locais públicos como visto no item 4.1 deste trabalho.

Os dispositivos que são físicos e fixos nas paradas são a minoria dos similares, porém apresentam maior percentual de inclusão uma vez que, nem todas as pessoas possuem aparelhos celulares com acesso ao sinal GPS ou, são adeptas ao uso de aplicativos para *smartphones*. Este tipo de similar pode usar apenas um emissor de sinal infravermelho ou via rádio, que são sistemas mais simples de implantar em comparação com o sinal GPS. Outro ponto que favorece aos dispositivos físicos e fixos as paradas é a preferência destes, observada durante as entrevistas com o público-alvo.

5 ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO

Durante a especificação de projeto o problema é reavaliado a partir da fundamentação teórica, das análises de similares e das entrevistas, embasando as especificações de projeto a serem definidas. Ao final deste item, será possível ter uma delimitação de problema de projeto, bem como, a base para a fundamentação do conceito de produto.

5.1 Público-Alvo

O público-alvo do transporte público é bastante abrangente, praticado por pessoas de diferentes idades, sexos, biótipos e deficiências. No caso específico deste trabalho, o público-alvo é composto por pessoas com deficiência visual severa (cegueira e baixa visão) que utilizam o transporte público oferecido pela cidade de Porto Alegre (POA) durante seu dia-a-dia.

5.2 Necessidades

Uma vez consideradas todas as pesquisas e análises feitas até o momento, constataram-se as seguintes necessidades do público-alvo. Ainda será descrito uma breve justificativa para cada necessidade. O Quadro 04, a seguir, sintetiza a lista de necessidades.

Quadro 04: Necessidades dos usuários.

(Continua)

Necessidade	Justificativa
Identificar ônibus quando chega à parada.	Função básica do produto a ser desenvolvido.
Não precisar do Smartphone para utilizar o dispositivo.	Resistência do público-alvo em utilizar telefones celulares em locais públicos.
Não depender de outras pessoas para utilizar o transporte público.	Como observado nas entrevistas, a PCD visual não gosta de depender de pessoas estranhas.
Facilitar o encontro da parada.	Usuário encontra dificuldade de chegar até as paradas de ônibus.
Auxiliar a entrada dos usuários nos veículos.	Em função da não padronização dos veículos de transporte público de POA, usuários encontram dificuldade ao entrar nos ônibus.

Fonte: Autora (2019).

Quadro 04: Necessidades dos usuários.

(Conclusão)

Necessidade	Justificativa
Fornecer informações simples e diretas.	As limitações da deficiência visual são superadas através de interfaces acessíveis que permitam seu uso de forma intuitiva. Também é preciso prever a melhor maneira de manusear o produto para não gerar impactos negativos ao utilizar o produto, levando a desistência.
Motoristas e cobradores mais preparados.	Despreparo dos funcionários pode causar constrangimentos aos usuários.
Forma de fixação segura e universal, possibilitando a fixação nas diferentes paradas existentes.	Produto deve ser fixado em diferentes paradas de ônibus para atender ao maior número de usuários possíveis.
Viabilidade econômica.	Resistência das empresas de ônibus em investir em tecnologias.

Fonte: Autora (2019).

5.3 Requisitos dos Usuários

Para melhor conceber as próximas etapas do projeto, é pertinente que as necessidades dos usuários sejam convertidas em uma linguagem mais adequada para facilitar sua compreensão nas etapas seguintes. Essa conversão é baseada em atributos de qualidade de produtos e tem como resultado a especificação de requisitos do usuário. O quadro 05 mostra a conversão das necessidades relatadas no item 6.2 deste trabalho em requisitos de usuários.

Quadro 05: Conversão das necessidades dos usuários em requisitos dos usuários.

(Continua)

Necessidade do Usuário		Requisito do Usuário
Identificar ônibus quando chega à parada.	>	Guiar a PCD visual até a porta do ônibus correto.
Não depender do Smartphone para utilizar o dispositivo.	>	Ser autônomo o suficiente para não depender de Smartphone.
Não depender de outras pessoas ao utilizar o transporte público.	>	Possibilitar a autonomia e independência no uso.
Facilitar o encontro da parada.	>	Guiar PCD visual até a parada.
Auxiliar a entrada dos usuários nos veículos.	>	Proporcionar acessibilidade e Segurança.
Fornecer informações simples e diretas.	>	Ser acessível ao uso.
Motoristas e cobradores mais preparados.	>	Informar motorista sobre o desejo de embarque de uma PCD visual.

Fonte: Autora (2019).

Quadro 05: Conversão das necessidades dos usuários em requisitos dos usuários.

(Conclusão)

Necessidade do Usuário		Requisito do Usuário
Forma de fixação segura e universal, possibilitando a fixação nas diferentes paradas existentes.	>	Possibilitar a flexibilidade e adaptação em diferentes paradas de ônibus.
Viabilidade econômica.	>	Apresentar baixo custo de confecção.

Fonte: Autora (2019).

Como observado no capítulo 8 (Baxter, 2000), o objetivo do QFD é auxiliar o projetista a elencar os requisitos de projeto, bem como a ordem de prioridade a ser atendida pelo projeto desenvolvido, levando em conta o grau de importância dos requisitos de usuário. Para tanto é necessário estabelecer o grau de importância de cada requisito do usuário.

Baxter (2000) afirma que é necessário estabelecer prioridades para alcançar as metas propostas. Deste modo os esforços de projeto são direcionados para os pontos mais relevantes. Em vista disso, com as informações coletadas e observadas durante as entrevistas e a pesquisa de referencial teórico, formulou-se o Quadro 06 com o grau de importância dos requisitos do usuário, pontuando cada elemento conforme seu grau de importância. Os valores variaram entre 1 (Pouco Importante), 3 (Importante) e 5 (Muito Importante).

Quadro 06: Grau de importância dos requisitos do usuário.

Requisito do Usuário		Grau de Importância
Guiar a PCD visual até a porta do ônibus correto.	>	5 – Muito importante.
Ser autônomo o suficiente para não depender de Smartphone.	>	5 – Muito importante.
Possibilitar a autonomia e independência no uso.	>	5 – Muito importante.
Guiar PCD visual até a parada.	>	5 – Pouco importante.
Proporcionar acessibilidade e Segurança.	>	3 – Importante.
Ser acessível ao uso.	>	3 – Importante.
Informar motorista sobre o desejo de embarque de uma PCD visual.	>	5 – Muito importante.
Possibilitar a flexibilidade e adaptação em diferentes paradas de ônibus.	>	3 – Muito importante.
Apresentar baixo custo de confecção.	>	3 – Importante.

Fonte: Autora (2019).

5.4 Requisitos do Projeto

Baxter (2000) afirma que converter requisitos de usuários em requisitos de projeto é uma tarefa difícil, mas de grande importância, e que demanda tempo, uma vez que é preciso encontrar o equilíbrio entre utilidade, precisão e fidelidade. Por este motivo, após a especificação dos requisitos dos usuários, é necessário estabelecer as características de engenharia do produto. O Quadro 07 apresenta as características de projeto que suprirão os requisitos de usuário.

Quadro 07: Conversão dos requisitos dos usuários em requisitos de projeto.

Requisito do Usuário		Requisito do Projeto
Guiar a PCD visual até a porta do ônibus correto.	>	Possuir sinal sonoro na porta do veículo.
Ser autônomo o suficiente para não depender de Smartphone.	>	Ser físico na parada de ônibus. Ser fixo na parada de ônibus. Ser resistente.
Possibilitar a autonomia e independência no uso.	>	Ter escrita em Braille. Ter interface intuitiva. Possuir contraste entre elementos/informações. Possuir texturas diferentes.
Guiar PCD visual até a parada.	>	Possuir sinal sonoro de indicação.
Proporcionar acessibilidade e Segurança.	>	Possuir sinal sonoro informativo.
Ser acessível ao uso.	>	Ter escrita em Braille. Ter escrita normal. Possuir contraste entre elementos/informações.
Informar motorista sobre o desejo de embarque de uma PCD visual.	>	Possuir sinal sonoro de indicação.
Possibilitar a flexibilidade e adaptação em diferentes paradas de ônibus.	>	Possuir sinalização tátil levando até o dispositivo. Ser adaptável a diferentes paradas. Ter fixação eficiente. Ser resistente.
Apresentar baixo custo de confecção.	>	Ter material de custo acessível. Ter baixo custo de produção. Ter preço final viável.

Fonte: Autora (2019).

Os requisitos de projeto, presentes no quadro 07, foram revisados e consolidados conforme proposto por Baxter (2000) p.214. O autor, ainda, afirma que são os requisitos de projeto que orientam a geração e avaliação de possíveis alternativas. Pensando nisso a autora desenvolveu a Matriz de Conversão, que é o núcleo da matriz de desdobramento da função qualidade, seguindo a premissa proposta por Baxter (2000) observada no trecho a seguir:

O processo se inicia listando todas as necessidades do consumidor e colocando-as nas linhas, à esquerda da matriz. Então, as características técnicas do produto, imprescindíveis para satisfazer a essas necessidades do consumidor, são colocadas nas colunas acima da matriz de conversão. Nos cruzamentos das linhas e colunas, avaliam-se como os diversos parâmetros técnicos se relacionam com as necessidades do consumidor. Pode-se usar um código para avaliar essas relações, que podem ser tanto positivas (contribuem para satisfazer as necessidades do consumidor) como negativas (prejudicam as necessidades do consumidor). (BAXTER, 2000, p. 214).

Conforme descrito, elaborou-se a Matriz de Conversão para auxiliar a autora a revisar e consolidar os requisitos de projeto apresentados no Quadro 07. Um ponto interessante a ser observado nessa matriz é a relação entre os requisitos de projetos. Existem parâmetros importantes para o projeto, porém alguns deles podem ser conflitantes.

A Matriz de Conversão aponta os requisitos de projetos que são conflitantes e, cabe à autora, encontrar saídas para contornar esse problema. Na Figura 33 é possível observar a Matriz de Conversão, desenvolvida pela autora.

Figura 33: Matriz de Conversão.

		Requisitos do Projeto													
		Possuir sinal sonoro	Ser físico na parada de ônibus.	Ser fixo na parada de ônibus.	Ser resistente.	Ter escrita em Braille.	Ter interface intuitiva.	Possuir contraste entre elementos/informações	Possuir texturas diferentes.	Ter escrita normal.	Possuir sinalização tátil levando até o dispositivo.	Ser adaptável a diferentes paradas.	Ter fixação eficiente.	Ter preço final viável.	
Requisitos do Usuário															
Operação	Possibilitar a autonomia e independência no uso.	●	●	●		●	●	●	●	●	●				
Conforto	Guiar a PCD visual até a porta do ônibus correto.	●			●									●	
	Guiar PCD visual até a parada.	●	●	●							●	●	●	●	
	Informar motorista sobre o desejo de embarque de uma PCD visual.	●			●					●			●	●	
Acessibilidade	Estar na parada de ônibus.		●	●	●						●	●	●	●	
	Proporcionar acessibilidade e Segurança.	●	●	●		●	●	●	●		●				
	Ser autônomo o suficiente para não depender de Smartphone.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Custo	Possibilitar a flexibilidade e adaptação em diferentes paradas de ônibus.		●	●	●						●	●	●	●	
	Apresentar baixo custo de confecção.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

Fonte: Autora (2019).

5.5 Priorização dos Requisitos de Projeto

Para realizar a priorização dos requisitos de projeto utilizou-se a Matriz de Desdobramento da Função Qualidade (QFD), proposta por Baxter (2000). Ocorreram pequenas modificações e variações na proposta original, para melhor se adequar ao projeto proposto por este trabalho.

Para elaborar a matriz de desdobramento da função qualidade, desenvolveu-se a relação entre os requisitos do usuário e requisitos do projeto. O peso atribuído, e as relações de importância entre os requisitos são 0 (nenhuma relação), 1 (baixa relação), 3 (média relação), e 5 (alta relação). Ao final foi realizado o somatório de todas as pontuações com o intuito de verificar quais requisitos de projeto são considerados de maior importância para o desenvolvimento do projeto proposto por este trabalho. A matriz pode ser conferida na Figura 34.

Cada uma das pontuações na matriz de qualidade foi multiplicada pelo Grau de Importância, página 64 deste trabalho. A soma dessas multiplicações gerou um valor que representa a relevância de cada requisito de projeto perante os requisitos de usuário.

Com o QFD finalizado, priorizaram-se os requisitos de projeto por ordem de importância para o atendimento dos requisitos de usuário. Deste modo o projeto do produto será facilitado, visando o atendimento dos requisitos do usuário. Os requisitos de projeto são apresentados, em ordem de prioridade, no Quadro 08, abaixo:

Quadro 08: Priorização dos Requisitos de Projeto.

Ordem		Requisito do Projeto		Pontuação
1º	>	Possuir sinal sonoro.	>	133
2º	>	Ser fixo na parada de ônibus.	>	113
2º	>	Ser físico na parada de ônibus.	>	113
3º	>	Possuir sinalização tátil levando até o dispositivo.	>	107
4º	>	Ser resistente.	>	95
5º	>	Ter escrita em Braille.	>	83
5º	>	Possuir texturas diferentes	>	83
6º	>	Ter preço final viável.	>	81
7º	>	Ter interface intuitiva.	>	73
8º	>	Ser adaptável a diferentes paradas.	>	64
9º	>	Ter fixação eficiente.	>	63
10º	>	Possuir contraste entre elementos/informações.	>	58
11º	>	Ter escrita normal.	>	22

Fonte: Autora (2019).

6 CONCEITO DO PRODUTO

O conceito do produto define as metas bases que orientará o projeto. A partir da definição e ordenamento dos requisitos de projeto, definiu-se parâmetros, dentre eles a importância da independência ao utilizar o transporte público, bem como a palpabilidade do dispositivo. Portanto o dispositivo deverá contemplar o uso por indivíduos que possuem baixa visão e cegueira de forma autônoma e independente. A acessibilidade será o foco principal que norteará as decisões acerca do projeto.

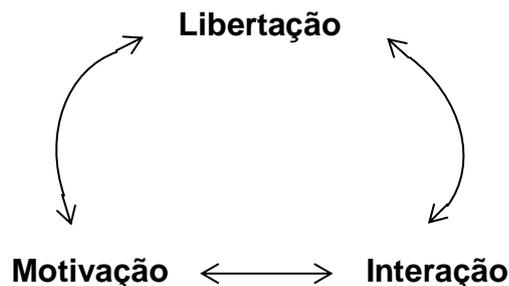
Outro ponto principal deste trabalho está no envolvimento emocional do produto com o usuário. Esta relação ocorre através do vínculo entre a locomoção via transporte público e a independência gerada pelo dispositivo. Estímulos auditivos e táteis serão os principais recursos utilizados para a concretização desta relação.

Para melhor visualizar o conceito deste projeto, é elaborado um *moodboard*, que, através de um conjunto de imagens selecionadas, permitirá a melhor compreensão do conceito do produto proposto neste trabalho. A escolha das figuras foi baseada em três palavras representativas quanto à experiência do usuário para com o dispositivo. São elas:

Motivação: apresentar elementos que motivem o usuário a utilizar mais o transporte público.

Libertação: possibilidade de realizar tarefas de forma independente.

Interação: o produto interagir com o usuário para criar maior vínculo.



As palavras, acima relacionadas, dizem respeito ao conceito do produto que norteará o projeto. Estas palavras foram extraídas das análises oriundas das entrevistas realizadas com PCD visuais, bem como, da pesquisa de referencial teórico. Também foi criado um *moodboard* referente ao público-alvo com o intuito de, ligeiramente, transmitir ao leitor como é o dia a dia das pessoas com deficiência visual. As imagens usadas nos *moodboards* foram extraídas do *Google* Imagens (palavras chave usadas na pesquisa: deficientes visuais, motivação, libertação, interação).

Figura 35: Moodboard do Conceito.



Fonte: Autora (2019).

Figura 36: Moodboard de Usuário.



Fonte: Autora (2019).

7 PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual consiste na aplicação de todo conhecimento adquirido na primeira metade do trabalho, item 1 ao item 6, para o desenvolvimento de alternativas que supram aos requisitos de projeto pré-definidos. O projeto aqui referido é uma síntese dos requisitos e levantamento de dados transformados em um projeto físico.

7.1 Geração de Alternativas

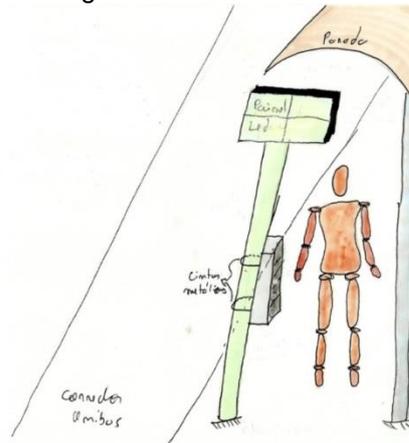
Tendo em mente os requisitos de projeto levantados na primeira metade do trabalho desenvolveram-se alternativas de possíveis soluções de projeto. A partir da livre geração de alternativas, a autora desenhou alguns rascunhos que representam possíveis soluções de projeto, além de um texto explicativo para o melhor entendimento da ideia.

Posteriormente, e com o auxílio da Matriz para Seleção de Oportunidade proposta por Baxter (2000), as alternativas geradas serão avaliadas de acordo com os requisitos de projeto. A partir da ideia definida, o projeto será mais bem elaborado quanto a seus aspectos técnicos e físicos. Os rascunhos das alternativas geradas podem ser encontrados no Apêndice - D desde trabalho.

7.1.1 Alternativa 01

Nesta alternativa, a PCD visual seleciona a linha de ônibus desejada no dispositivo fixado próximo à parada. A informação é captada e transmitida para o painel de Diodo Emissor de Luz, na língua inglesa Light Emitting Diode (LED). É desta forma que o motorista do veículo sabe se existe ou não uma pessoa com deficiência visual esperando pelo ônibus que ele conduz. Ao parar o ônibus e abrir a porta de embarque existe um sinal sonoro indicando, repetidamente, a linha a qual o veículo pertence. A Figura 37 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 37: Alternativa 01.



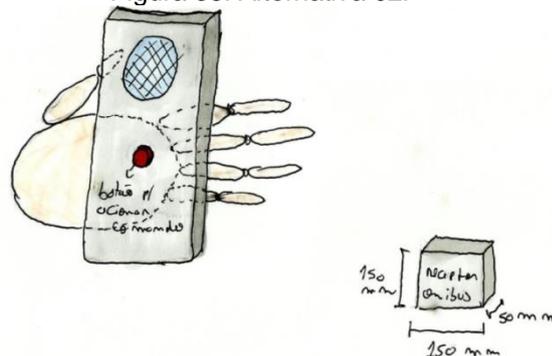
Fonte: Autora (2019).

7.1.2 Alternativa 02

Esta proposta de solução é móvel, ou seja, cada PCD visual teria um dispositivo semelhante a um celular. O dispositivo funciona através de comando de voz, deste modo, ao chegar à parada de ônibus, a pessoa com deficiência visual informa ao dispositivo qual a linha que ele deseja utilizar e a informação é repassada, através de sinal via rádio, para o motorista do veículo correspondente.

Para o correto funcionamento do produto é necessário gravar em sua memória as linhas mais utilizadas. Todas as funções do produto são acionadas através de comando de voz, ativado após pressionar um único botão localizado a frente do dispositivo. A Figura 38 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 38: Alternativa 02.



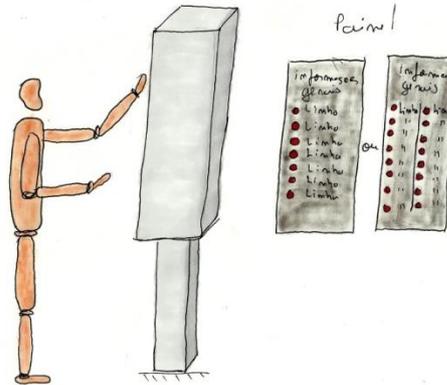
Fonte: Autora (2019).

7.1.3 Alternativa 03

Esta alternativa assemelha-se, fisicamente, aos parquímetros existentes na cidade de Porto Alegre. A PCD visual seleciona a linha a qual deseja utilizar, o dispositivo emite o sinal correspondente, o receptor instalado no ônibus recebe este

sinal e avisa, de forma sonora, ao motorista. Existe ainda um sinal indicativo na porta do veículo para guiar a PCD visual até o ônibus correto. Caso aja a necessidade de mudanças de rotas, o dispositivo permite o acréscimo ou a subtração de linhas. A Figura 39 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 39: Alternativa 03.

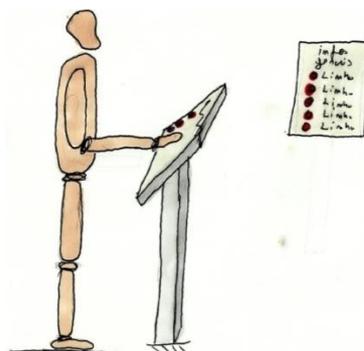


Fonte: Autora (2019).

7.1.4 Alternativa 04

A alternativa 04 apresenta uma variação da alternativa anterior. O princípio de funcionamento segue sendo o mesmo, no qual ocorre à emissão e recepção do sinal via rádio. Existe ainda um sinal indicativo na porta do veículo para guiar a PCD visual até o ônibus. A grande diferença está no espaço ocupado pelo dispositivo. A desvantagem desta alternativa encontra-se na área disponível para colocar as linhas, por ser um dispositivo mais compacto diminui o número de linhas aceita pelo mesmo. A Figura 40 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 40: Alternativa 04.



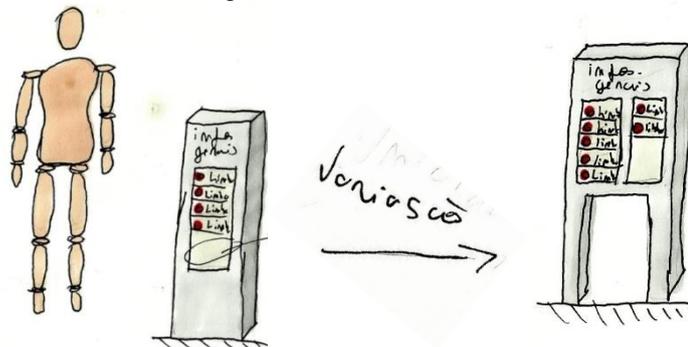
Fonte: Autora (2019).

7.1.5 Alternativa 05

Esta alternativa é uma espécie de totem no qual a pessoa com deficiência visual seleciona a linha desejada, um receptor instalado no ônibus recebe o sinal e o

motorista é avisado sobre a parada do veículo no próximo ponto. Existe ainda um sinal indicativo na porta do veículo para guiar a PCD visual até o ônibus. A Figura 40 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 41: Alternativa 05.

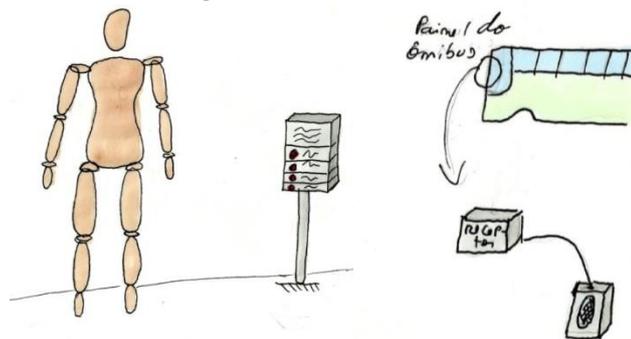


Fonte: Autora (2019).

7.1.6 Alternativa 06

A alternativa representada pela Figura 42 foi pensada de forma modular. A premissa de funcionamento segue sendo a mesma das alternativas anteriores, porém este dispositivo é formado por módulos. Existe o módulo principal com todas as informações necessárias e os módulos secundários contendo as linhas. A montagem ocorre por encaixe e o tamanho do dispositivo varia de acordo com a quantidade de linhas que transita pela parada de ônibus. Existe ainda um sinal indicativo na porta do veículo para guiar a PCD visual até o ônibus.

Figura 42: Alternativa 06.



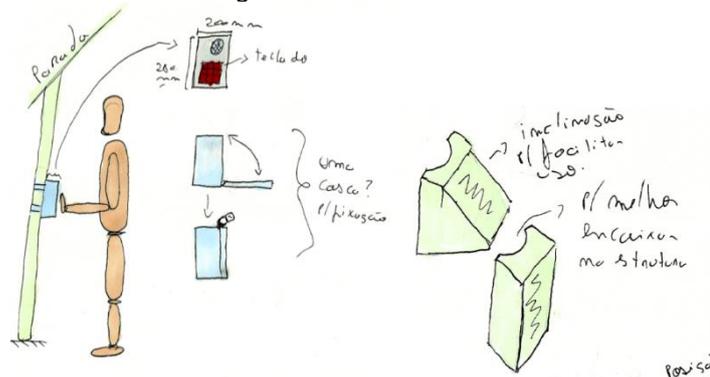
Fonte: Autora (2019).

7.1.7 Alternativa 07

As alternativas anteriores são soluções muito grande, robustas, o que acabaria por dificultar a implementação do projeto em paradas de ônibus menores, com o espaço reduzido. A alternativa 07 apresenta uma solução compacta,

possivelmente medindo 200x280 mm. O produto é fixado na própria estrutura das paradas de ônibus. A transmissão de dados é através de sinal via rádio e a PCD, ao chegar à parada, digita o número da linha de ônibus que ela deseja utilizar. O produto interage com o usuário através de *feedbacks*. A Figura 43 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 43: Alternativa 07.

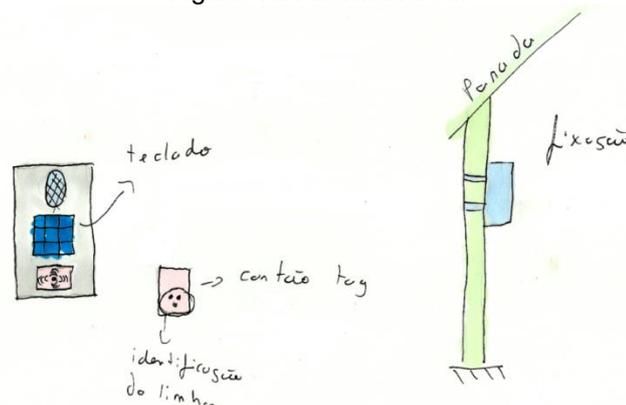


Fonte: Autora (2019).

7.1.8 Alternativa 08

A alternativa 08 apresenta uma solução mais completa em comparação com a alternativa 07. O princípio de solução proposto agrega a tecnologia de identificação por radiofrequência. Desde modo, ao chegar à parada, basta apenas aproximar o cartão, gravado com a informação da linha desejada, do dispositivo. O produto oferecerá um *feedback* da linha gravada no cartão e solicitará a confirmação da solicitação. O dispositivo pode ser utilizado mesmo se o deficiente visual não estiver de posse do cartão, deste modo é preciso digitar o número da linha desejada no teclado do dispositivo. A informação será repassada ao receptor de sinal via rádio e o motorista da linha será avisado através de sinal sonoro. A Figura 44 exemplifica, de maneira simplificada, o princípio de solução.

Figura 44: Alternativa 08.

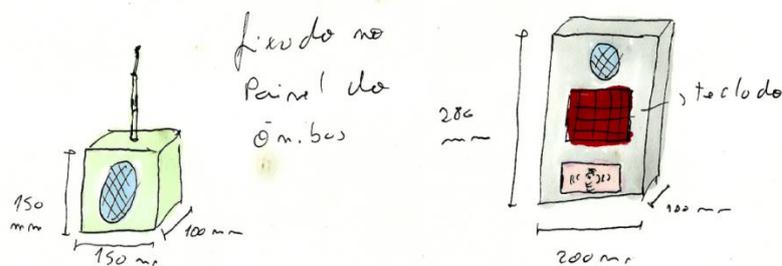


Fonte: Autora (2019).

7.1.9 Alternativa 09

A alternativa 09 apresenta um princípio de solução semelhante ao proposto no item 7.1.8. O princípio de funcionamento é o mesmo, as alternativas se diferem no cartão *tag* de aproximação. Nesta alternativa as informações gravadas na *tag* de aproximação contão com o nome do proprietário do cartão e até quatro linhas de ônibus. Deste modo ao aproximar o cartão do dispositivo, a PCD terá de digitar o numero (1,2,3 ou 4) correspondente a linha que deseja utilizar. Todo o processo conta com *feedbacks* do dispositivo. O sinal é transmitido para o receptor, instalado no veiculo, através de sinal via rádio. A Figura 45 apresenta a alternativa de forma simplificada.

Figura 45: Alternativa 09.



Fonte: Autora (2019).

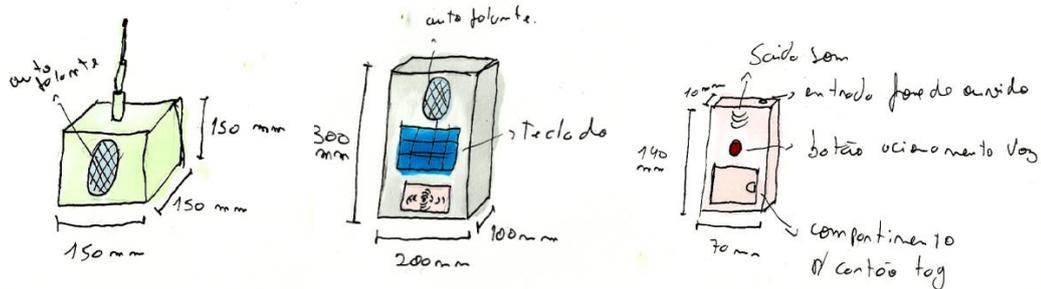
7.1.10 Alternativa 10

Este princípio de solução apresenta transmissão de dados através de sinal via rádio e, ainda, apresenta o sinal GPS. A alternativa 10 é composta por três dispositivos. A primeira é o receptor de sinal de rádio instalado no painel do veiculo. O segundo é o dispositivo que é fixado na própria estrutura das paradas de ônibus. Ele contém o transmissor de sinal via rádio e GPS. Em sua *interface* podemos notar um autofalante, responsável pelas informações repassadas ao usuário, um teclado, para entrar com as linhas que se deseja utilizar, e um identificador de radiofrequência, responsável pela leitura das informações existentes no cartão *tag* de aproximação.

Por fim, o terceiro componente. É um dispositivo móvel, cada deficiente visual tem o seu. Neste dispositivo existe um compartimento no qual vai o cartão contendo as informações (nome + linhas) da PCD; ele é equipado com um receptor de sinal GPS, deste modo o deficiente visual é guiado até as paradas de ônibus. As

informações de deslocamento são transmitidas à PCD de forma auditiva. A Figura 46 apresenta os três componentes, de forma simplificada.

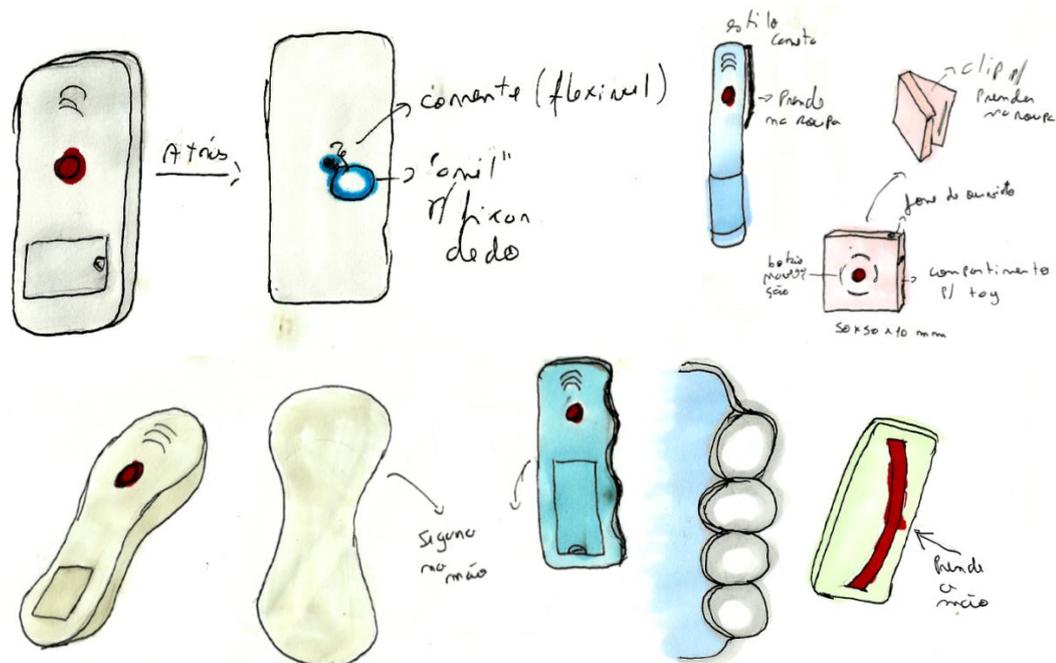
Figura 46: Alternativa 10.



Fonte: Autora (2019).

Na Figura 47, observam-se princípios de soluções formais para o dispositivo móvel, terceiro componente pertencente à alternativa 10.

Figura 47: Princípios de soluções formais.

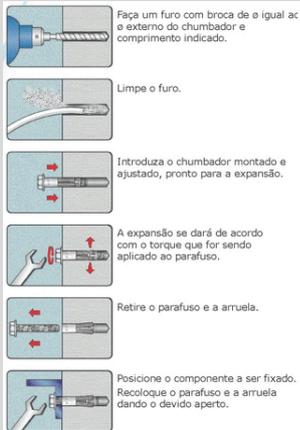


Fonte: Autora (2019).

7.1.11 Alternativas para Fixação do Dispositivo nas Paradas de Ônibus

Existe a necessidade de fixar o dispositivo nas paradas de ônibus de forma eficiente e segura. Neste item será descrito as três principais formas de fixação de estruturas metálicas. Para melhor visualizar as alternativas desenvolveu-se o Quadro 9.

Quadro 09: Alternativas para Fixação do Dispositivo nas Paradas de Ônibus.

	Parafuso para Concreto	Chumbador CBA com Parafuso	Fixação com Concreto
Método de Aplicação	  <p>Fonte: Ancora (2017).</p>	  <p>Fonte: Cablemax (2010).</p>	<p>Prepara-se a massa.</p>  <p>Demarcar a área de fixação e remover o material existente.</p>  <p>Posicionar e calçar o elemento a ser chumbado, evitando que a peça se mova até a secagem do material.</p>  <p>Preencher o buraco com concreto. Esperar a secagem.</p>  <p>Fonte: Weber (2017).</p>

Fonte: Autora (2019).

Existe, ainda, a possibilidade de fixar o dispositivo diretamente na própria estrutura das paradas de ônibus. Elaborou-se o Quadro 10 para apresentar formas de fixação do dispositivo em estruturas já existentes.

Quadro 10: Alternativas para Fixação do Dispositivo em Estruturas já Existentes.

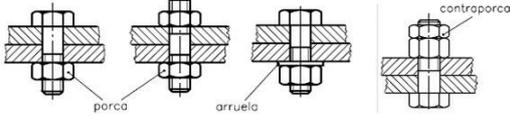
(Continua)

Formas de Fixação	Funcionalidade
<p>Solda</p> 	<p>Permanente. Não possibilita a retirada para manutenção.</p>

Fonte: Autora (2019).

Quadro 10: Alternativas para Fixação do Dispositivo em Estruturas já Existentes.

(Conclusão)

Formas de Fixação	Funcionalidade
<p data-bbox="379 383 612 416">Bucha Sforbolt</p> 	<p data-bbox="884 456 1350 524">Permite retirar o dispositivo para manutenção. Fixação interna.</p>
<p data-bbox="347 629 636 663">Parafuso Passante</p> 	<p data-bbox="831 647 1401 786">Permite retirar o dispositivo para manutenção, porém pode ocasionar subtração do dispositivo uma vez que o acesso ao parafuso é livre.</p>
<p data-bbox="384 842 600 875">Cinta metálica</p> 	<p data-bbox="794 936 1434 1075">Permite retirar o dispositivo para manutenção, porém pode ocasionar subtração do dispositivo uma vez que o acesso ao conjunto (cinta + parafuso) é livre.</p>
<p data-bbox="443 1196 541 1229">Rebite</p> 	<p data-bbox="804 1339 1425 1406">Permanente. Não possibilita a retirada para manutenção.</p>

Fonte: Autora (2019).

7.2 Seleção da Alternativa

Pra identificar a melhor alternativa gerada, aplicou-se a Matriz para Seleção de Oportunidade proposta por Baxter (2000). Segundo o autor:

As oportunidades são classificadas em termos relativos como "melhor que", "pior que", "igual a", em comparação com a oportunidade de referência, e

são designadas por (+), (-) ou (0) na matriz. Se algum fator for mais importante que outros, podem ser ponderado, com pesos de 1 a 10. As oportunidades então podem ser transformadas em um número de pontos (BAXTER, 2000, p. 144).

Seguindo a proposta de Baxter (2000), a autora desenvolveu a Matriz para Seleção de Oportunidade, disponível na Figura 48. As alternativas 07, 08 e 09 não estão presentes na tabela uma vez que, elas assemelham-se à alternativa 10 no quesito funcional, diferenciando-se apenas nos aspectos formais. Optou-se pela escolha da alternativa 10, dentre as demais, em consequência de sua abrangência em relação aos requisitos de projeto, suprimindo inclusive, o requisito de usuário “Guiar PCD visual até a parada”.

Os critérios de seleção utilizados na Matriz originam-se dos requisitos de projeto, página 65 deste trabalho. A escolha dos requisitos a serem utilizados na Matriz baseou-se nas necessidades dos usuários e em sua importância para os mesmos.

Como produto de referência optou-se pela utilização do ViiBus®, disponível na página 59 deste trabalho. A escolha deste similar se justifica na proximidade de diretrizes proposta ao longo deste trabalho em relação ao proposto pelo projeto ViiBus®.

Figura 48: Matriz para Seleção de Oportunidade.

Matriz para Seleção de Oportunidade									
		Referência	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativa 05	Alternativa 06	Alternativa 10
Critério de Seleção	Peso do Fator	ViiBus®	Painel de LED indicando linha desejada	Móvel	Espaço para alocar várias linhas de ônibus	Compacto	Inspirado em totens	Modular. Permite colocar/tirar módulos com linhas	Composta por três partes
Possuir sinal sonoro.	10	0	0	+10	0	0	0	0	+10
Ser fixo na parada de ônibus.	9	0	0	-9	0	0	0	0	0
Ser físico na parada de ônibus.	9	0	0	-9	0	0	0	0	+9
Ser resistente.	5	0	0	0	+5	+5	0	-5	+5
Ter interface intuitiva.	8	0	0	+8	0	0	0	0	+8
Ser adaptável a diferentes paradas.	10	0	-10	+10	-10	-10	-10	-10	+10
TOTAL	51	0	-10	+10	-5	-5	-10	-15	+42

Fonte: Autora (2019).

A alternativa escolhida, com o auxílio da Matriz para Seleção de Oportunidade, é a número 10. A alternativa selecionada foi a melhor colocada na matriz, sendo mais bem pontuada em, praticamente, todos os critérios de seleção. Desse modo fica claro que a alternativa 10 é a mais completa uma vez que atende, da melhor maneira possível, os requisitos de projeto, em comparação com as demais alternativas geradas.

7.2.1 Seleção da Alternativa para Fixação do Dispositivo nas Paradas de Ônibus

Visando melhor atender ao requisito de projeto “Ser adaptável a diferentes paradas”, a autora optou por fixar o dispositivo diretamente na estrutura das paradas de ônibus existentes em Porto Alegre. Deste modo o dispositivo poderá ser fixado aos diferentes tipos de paradas existentes na cidade de maneira simples e eficiente, sem ocupar grande espaço físico nas paradas de ônibus. Para tal, optou-se por utilizar dois métodos de fixação, sendo eles a cinta metálica e a bucha *sforbolt*, página 80 deste trabalho.

A cinta metálica é usualmente utilizada para fixar elementos a estruturas cilíndricas. Porém, como visto no Quadro 10, página 80, este tipo de fixação permite o livre acesso ao parafuso que prende a cinta ao dispositivo, permitindo que qualquer pessoa possa soltar e levar embora o dispositivo. Para evitar este tipo de problema, empregou-se um segundo elemento de fixação ao sistema. A bucha *sforbolt*, segundo elemento de fixação, fixa internamente o dispositivo à estrutura da parada.

8. DETALHAMENTO E COMUNICAÇÃO DO PROJETO.

O detalhamento e comunicação do projeto é última grande etapa presente neste trabalho, aqui são desenvolvidos todos os aspectos técnicos necessários para a finalização do dispositivo. Neste item são especificados os componentes técnicos e *dimensões* do produto (Apêndice – E), bem como é realizada a modelagem em *software* 3D e os *mockups*.

8.1 Descrição da Solução Final

O produto final desenvolvido para atender os objetivos do presente trabalho, consiste em um dispositivo composto por três módulos. Esta configuração foi escolhida visando suprir, da melhor maneira possível, todos os requisitos de projeto. O primeiro módulo, receptor, é fixado ao painel do ônibus, sendo responsável por informar ao motorista o desejo de embarque de uma PCD visual. O segundo módulo, fixo nas paradas de ônibus, é onde as pessoas com deficiência visual poderão indicar o número da linha de ônibus que elas desejam utilizar. E por fim, o terceiro módulo, móvel (cada PCD tem a possibilidade de ter um), este dispositivo, semelhante a um GPS portátil, é responsável por guiar os deficientes visuais até a parada de ônibus.

Os componentes técnicos utilizados foram selecionados de acordo com as opções disponíveis no mercado atualmente. Os principais aspectos da legislação vigente no Brasil foram observados e seguidos. Buscou-se o maior detalhamento possível de componentes internos necessários para o correto funcionamento do produto, a fim de gerar uma solução final completa.

Para título de identificação do produto desenvolvido no presente trabalho, atribuiu-se a ele o nome de “Dispositivo Auxiliar para Deficientes Visuais Utilizar o Transporte Público”. O nome atribuído representa apenas o caráter técnico e não comercial do produto. O desenvolvimento de uma marca e nome comercial para divulgação e comercialização, fica em aberto para um possível prosseguimento futuro do projeto.

8.2 Características técnicas

Os componentes eletrônicos escolhidos para o dispositivo foram determinados de acordo com as pesquisas realizadas na primeira metade do trabalho, bem como uma nova pesquisa para consolidar as escolhas. Buscou-se equilibrar os benefícios gerados para os usuários e os custos de produção e manutenção, atendendo, assim, aos principais requisitos de projeto.

Neste item, foram definidas as configurações do receptor (módulo instalado nos ônibus), do dispositivo fixo as paradas e do módulo móvel. As escolhas foram baseadas em modelos (similares, rádios e GPS) já existentes no mercado atual do país. Por se tratar de um dispositivo de transmissão de sinal via rádio e GPS, a configuração interna dos elementos e as escolhas dos mesmos, permitem outras configurações de formato e tamanho. Aqui é sugerido características técnicas para a elaboração de uma versão padrão do dispositivo, visando a melhor relação “tamanho *versus* custo e benefício”.

8.2.1 Receptor

Para a confecção da parte interna do receptor será necessário o uso de alguns componentes eletrônicos. Com o intuito de melhor transmitir as informações ao leitor, elaborou-se o Quadro 11, onde estão listados os componentes internos necessários para o funcionamento do dispositivo.

Quadro 11: Componentes Internos do Receptor.

(Continua)

Componentes	Função
Placa de Circuito Impresso.	Transmite os impulsos elétricos para os diferentes componentes da placa, possibilitando o acionamento dos mesmos (DAQUINO, 2012).
Receptor de Sinal via Rádio (Modelo MX – 05V).	Responsável por receber a informação de solicitação de parada do veículo.
Antena (Medindo em torno de 30cm para garantir até 200m metros de alcance).	Responsável por captar as informações recebidas.
Microprocessador AT89C51RD2.	Responsável por gerenciar as informações recebidas (GUIMARÃES, 2010).
Circuito de Multiplexação Serial	Responsável por transmitir os dados a todos os componentes, uma vez que o microprocessador dispõe de apenas um canal (GUIMARÃES, 2010).

Fonte: Autora (2019).

Quadro 11: Componentes Internos do Receptor.

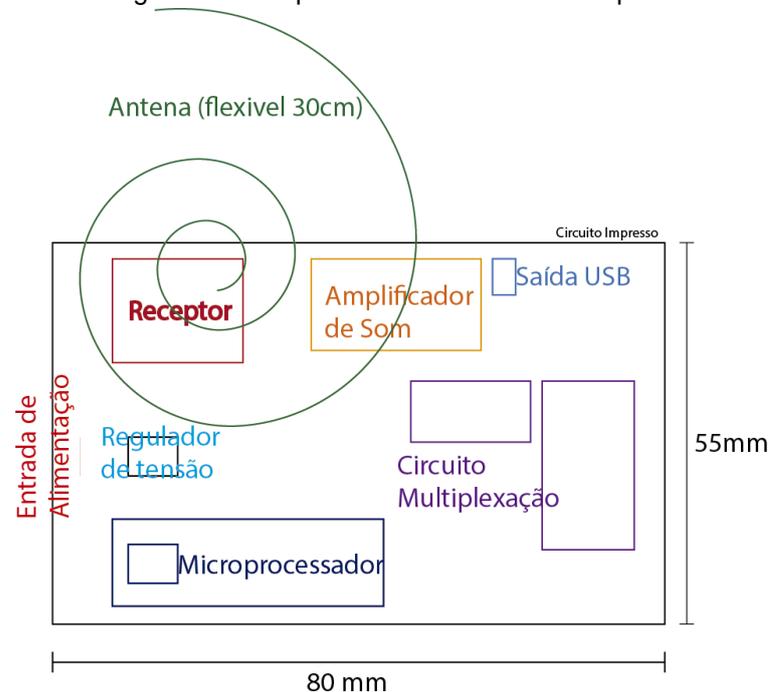
(Conclusão)

Componentes	Função
Regulador de Tensão.	Controlar as tensões que transitam pelo circuito.
Amplificador de Som.	Responsável por converter o sinal de áudio para ser utilizado em caixa de som.
Saída USB.	Responsável por transmitir o som à caixa de som instalada na porta do ônibus.
Entrada de Alimentação do Circuito.	Responsável por conferir tensão ao sistema e garantir o funcionamento.
Alto Falante fixo ao Receptor.	Responsável por transmitir a informação sonora ao motorista
Caixa de Som fixa na porta do Veículo.	Responsável por transmitir o sinal sonoro aos usuários. Recebe a informação do receptor através de cabo USB.

Fonte: Autora (2019).

Visando melhor transmitir o formato final da placa de circuito eletrônico, desenvolveu-se a Figura 49. Os componentes internos estão espaçados entre si para evitar o aquecimento do sistema.

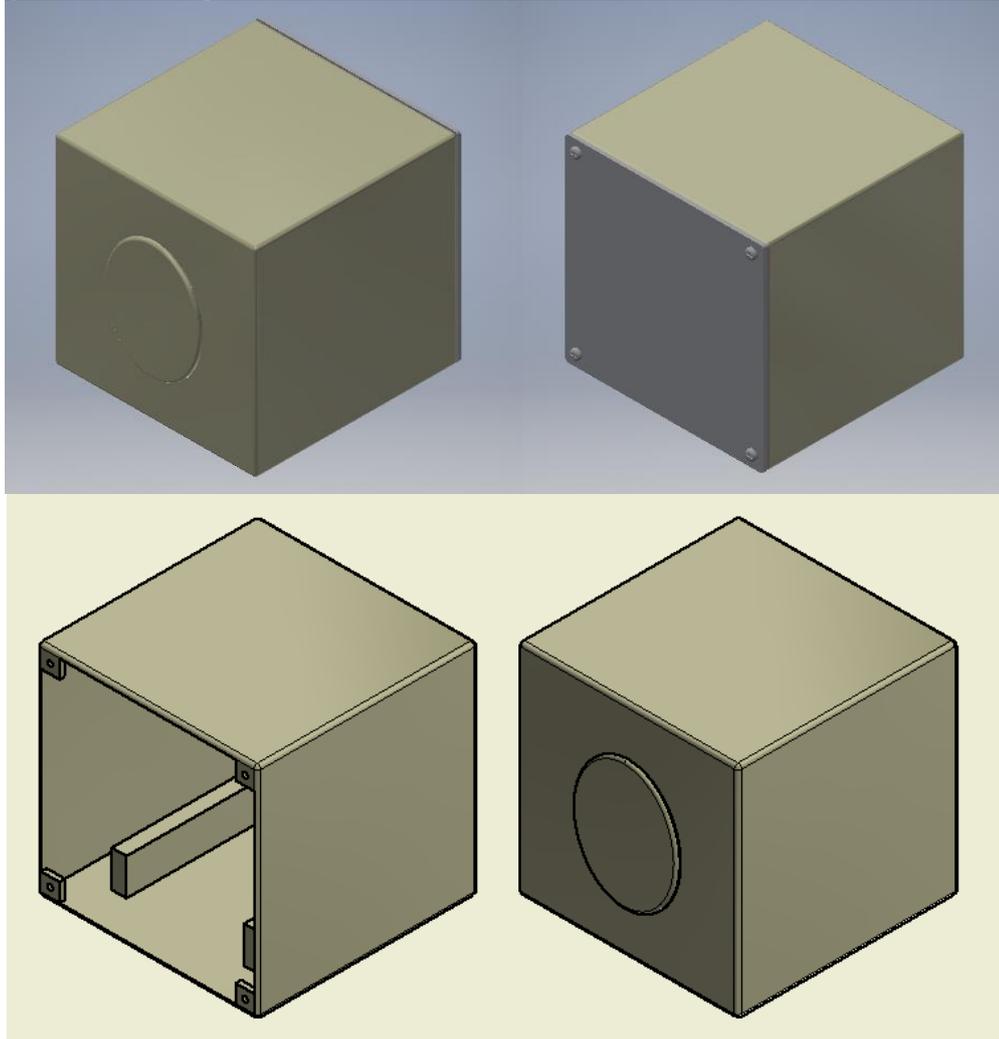
Figura 49: Componentes Internos do Receptor.



Fonte: Autora (2019).

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos, bem como as representações bidimensionais realizadas durante o item de geração de alternativas, a carenagem do receptor (Figura 50) foi desenvolvida no *software* Autodesk Inventor Professional® 2019.

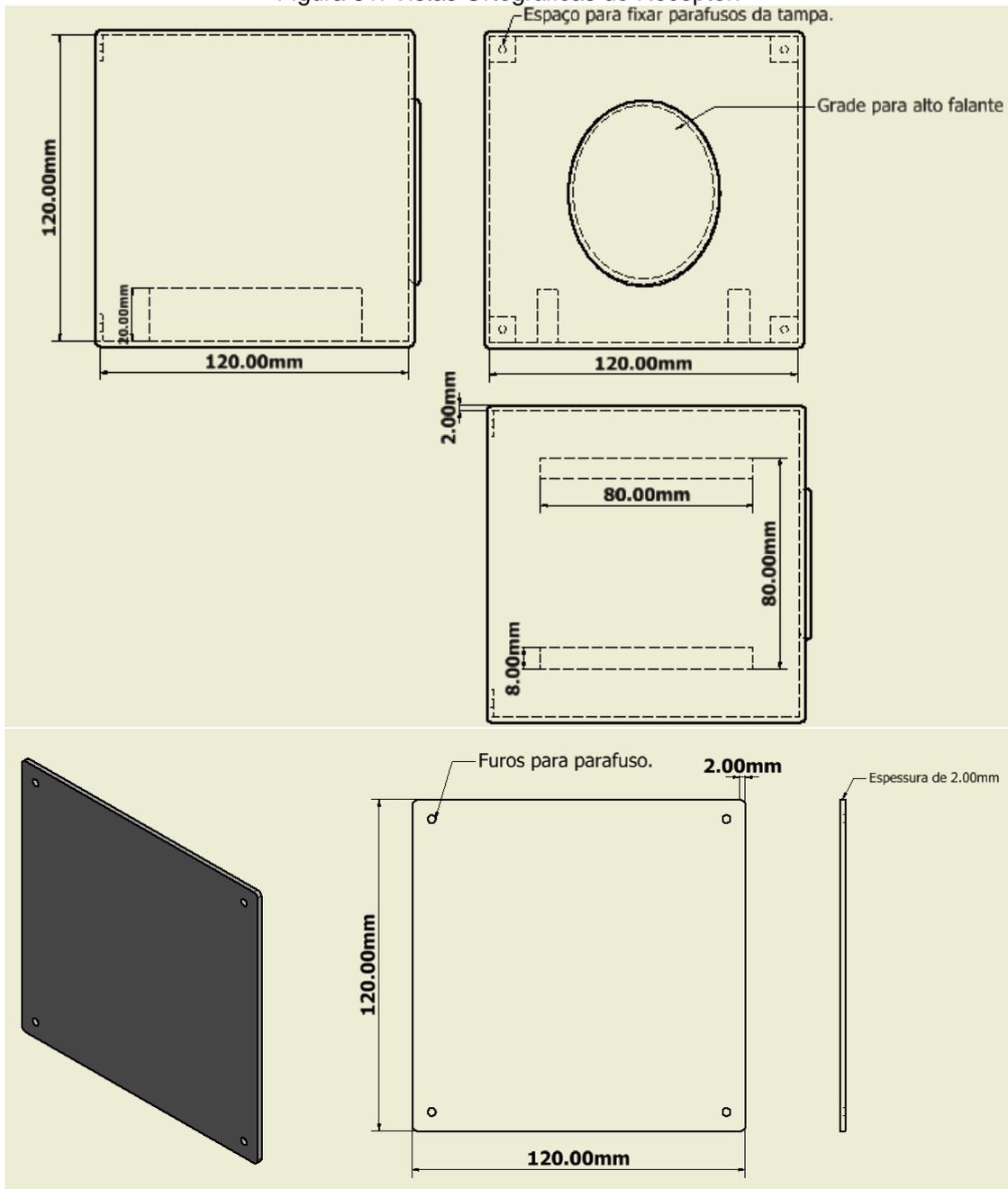
Figura 50: Modelagem 3D realizada no software Autodesk Inventor Professional® 2019.



Fonte: Autora (2019).

A configuração morfológica do receptor resultou em um produto compacto e simples. Existindo apenas a saliência da grade do alto falante na vista frontal. Na Figura 51 é possível observar as vistas ortográficas do dispositivo.

Figura 51: Vistas Ortográficas do Receptor.



Fonte: Autora (2019).

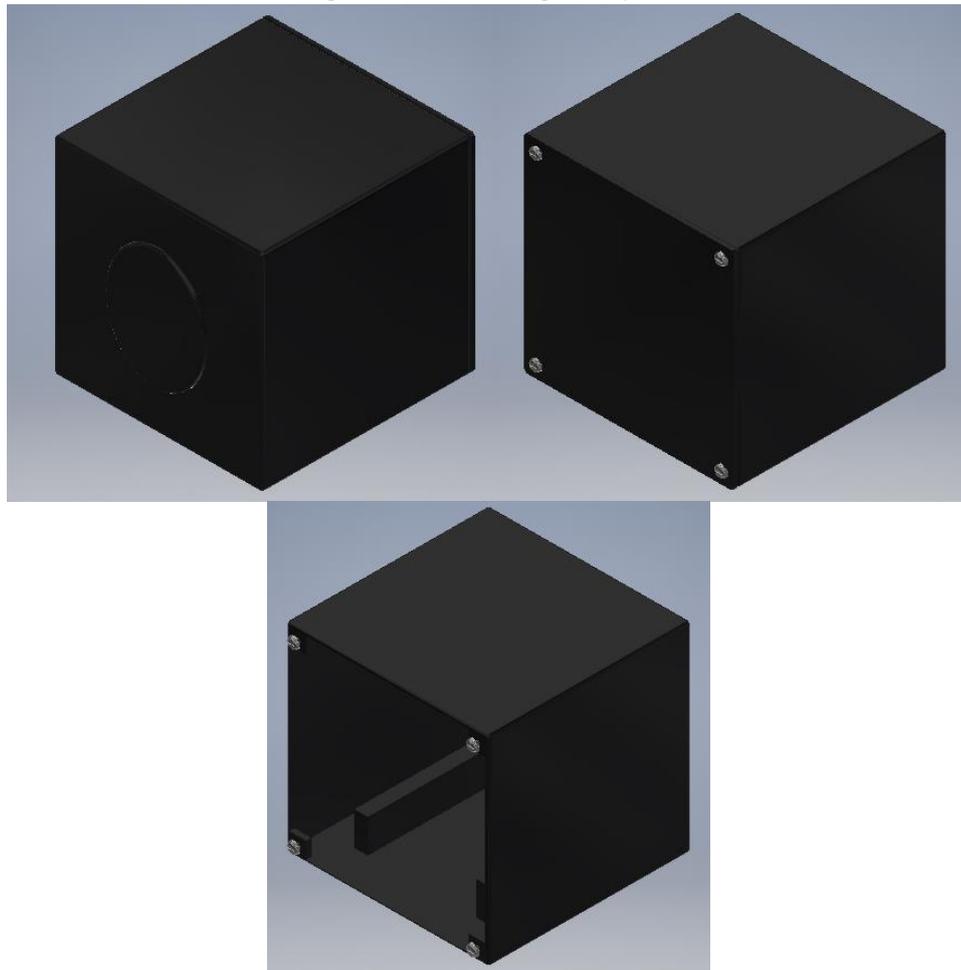
O fato de a carenagem ser relativamente maior que a placa eletrônica, se justifica em função da melhor dissipação de calor produzida pelo sistema interno. Caso a forma externa do receptor fosse ligeiramente maior que a placa eletrônica, o calor produzido pelo sistema ficaria mais concentrado próximo à placa, possivelmente, ocasionando o aquecimento do sistema e danificando algum componente.

8.2.1.1 Material para o Receptor

O Receptor será instalado nos painéis dos ônibus, sofrendo com o calor que emana do mesmo, bem como, o calor proveniente do sol. Por esse motivo o material selecionado deve ser um polímero de alto desempenho. Para tal, o receptor será confeccionado em material polimérico conhecido como Poli (Teleftalato de Butileno) (PBT). Segundo Dorneles Filho (2006), o PBT possui ótimo custo benefício, aliando custo médio a ótimas propriedades dielétricas, além de possuir estabilidade dimensional.

Para a fabricação do produto, a autora, sugere o processo de moldagem por injeção. O PBT cristaliza rápido diminuindo o ciclo de moldagem tornando a produção mais rápida. Após a confecção da carenagem do produto, os componentes eletrônicos devem ser instalados no interior do mesmo de forma manual. A Figura 52 apresenta o receptor renderizado.

Figura 52: *Rendering* Receptor.



Fonte: Autora (2019).

8.2.1.2 Mockup Receptor

Após a finalização da modelagem em 3D do receptor, iniciou-se a produção do mesmo visando uma melhor análise e verificação do formato da carenagem, bem como suas proporções. O *mockup* foi construído através colagem de suas faces geradas por corte a laser. O material utilizado foi o *Medium Density Fiberboard* (MDF) de espessura 3mm , o *mockup*, ainda, recebeu acabamento com massa plástica, primer e pintura. Pode-se observar, através da Figura 53, parte do processo de confecção do *mockup*. A figura do *mockup* finalizado será anexada ao trabalho posteriormente.

Figura 53: (1) Processo de Colagem; (2) Modelo Montado e com Massa Plástica.



Fonte: Autora (2019).

8.2.2 Módulo Fixo a Parada

Para a confecção do circuito elétrico do módulo fixo a parada de ônibus, será necessário o uso de alguns componentes eletrônicos. Visando melhor transmitir as informações ao leitor, elaborou-se o Quadro 12, onde estão listados os componentes internos e externos (teclado) necessários para o funcionamento do dispositivo.

Quadro 12: Componentes Internos do Módulo Fixo a Parada.

(Continua)

Componentes	Função
Placa de Circuito Impresso.	Transmite os impulsos elétricos para os diferentes componentes da placa, possibilitando o acionamento dos mesmos (DAQUINO, 2012).
Transmissor de Sinal via Rádio (Modelo MX - FS - 03V).	Responsável por enviar a informação correspondente à solicitação feita.

Fonte: Autora (2019).

Quadro 12: Componentes Internos do Módulo Fixo a Parada.

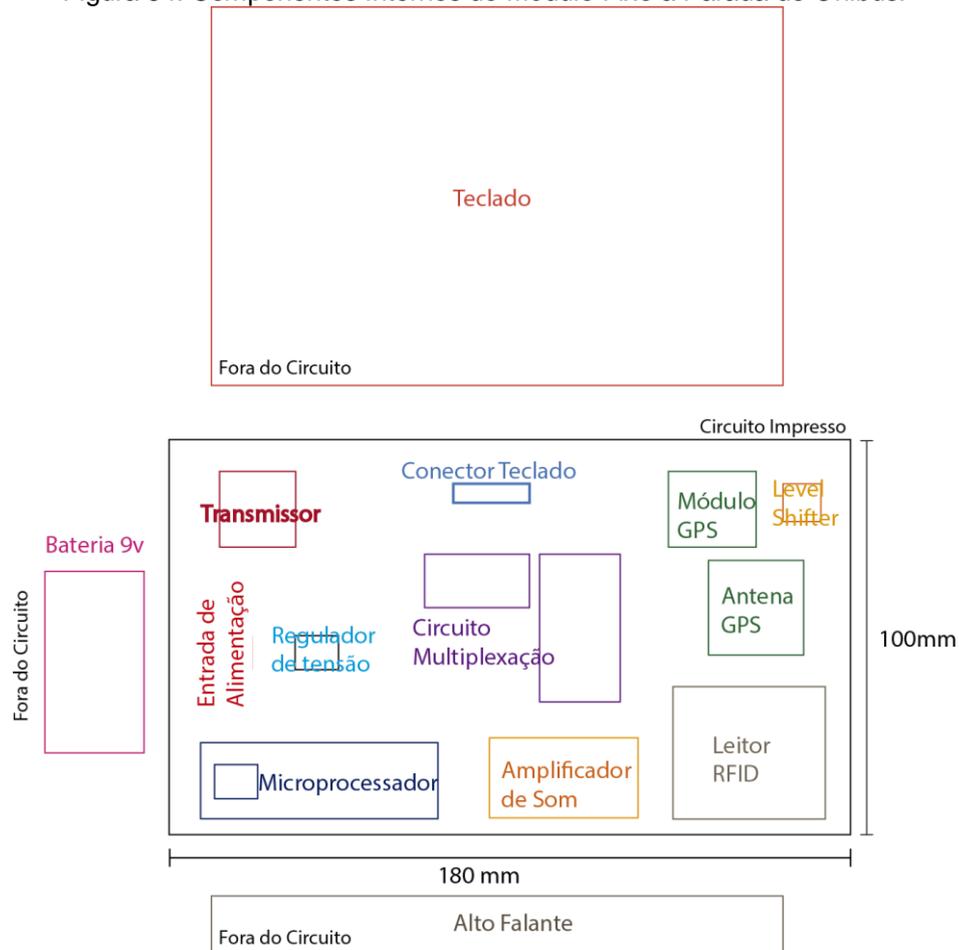
(Conclusão)

Componentes	Função
Módulo GPS com Antena (Modelo GY-GPS6MV2)	Responsável por enviar as coordenadas de localização das paradas para o dispositivo móvel.
RC522 Leitor RFID	Responsável por identificar as informações contidas em cada cartão <i>tag</i> .
Level Shifter 5v para 3,3v	Responsável por diminuir a tensão de 5v para 3,3v, uma vez que o modulo GPS não suporta tensões de 5v.
Microprocessador AT89C51RD2.	Responsável por gerenciar as informações recebidas (GUIMARÃES, 2010).
Circuito de Multiplexação Serial	Responsável por transmitir os dados a todos os componentes, uma vez que o microprocessador dispõe de apenas um canal (GUIMARÃES, 2010).
Regulador de Tensão.	Controlar as tensões que transitam pelo circuito.
Amplificador de Som.	Responsável por converter o sinal de áudio para ser utilizado no alto falante.
Alto Falante	Responsável por transmitir o som ao usuário.
Entrada de Alimentação do Circuito.	Responsável por conferir tensão ao sistema e garantir o funcionamento.
Bateria de Lítio 9v.	Garantir que o sistema esteja sempre com tensão suficiente para funcionamento, uma vez que a alimentação do sistema ocorrerá através de energia solar.
Conector do Teclado	Responsável por receber as informações digitadas no teclado.
Teclado Semelhante ao de Caixa Eletrônico.	Interface onde o usuário irá inserir a informação do numero da linha desejada

Fonte: Autora (2019).

Com o intuito de melhor transmitir o formato final da placa de circuito eletrônico, desenvolveu-se a Figura 54. Os componentes internos estão espaçados entre si para evitar o aquecimento do sistema.

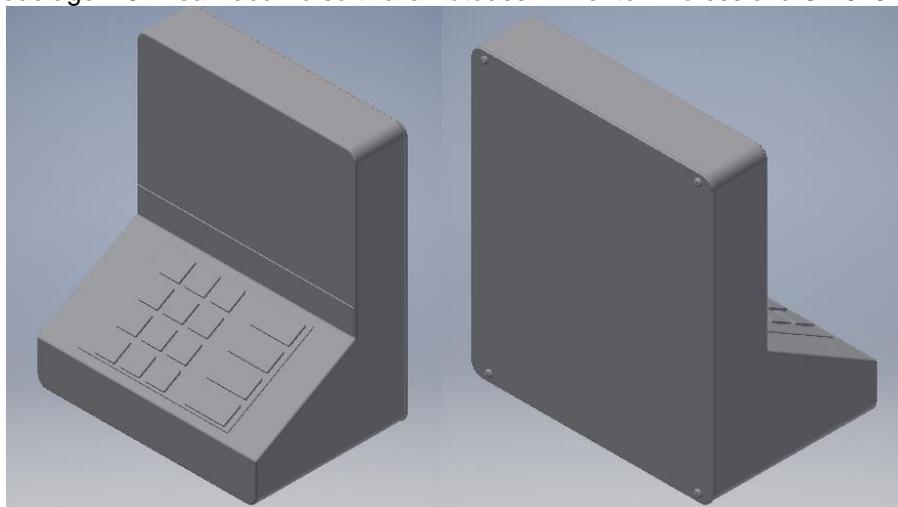
Figura 54: Componentes Internos do Módulo Fixo a Parada de Ônibus.



Fonte: Autora (2019).

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos, bem como as representações bidimensionais realizadas durante o item de geração de alternativas, a carenagem do módulo fixo a parada (Figura 55) foi desenvolvida no *software* Autodesk Inventor Professional® 2019.

Figura 55: Modelagem 3D realizada no *software* Autodesk Inventor Professional® 2019.



Fonte: Autora (2019).

A configuração morfológica da carenagem resultou em um produto compacto e de geometria simples. O produto apresenta um ângulo de entrada, na parte que acomoda o teclado, para facilitar o uso pelo usuário. Segundo Lima (2018) o ângulo mais confortável para realizar tarefas é o de 90 graus entre braço e antebraço (Figura 56).

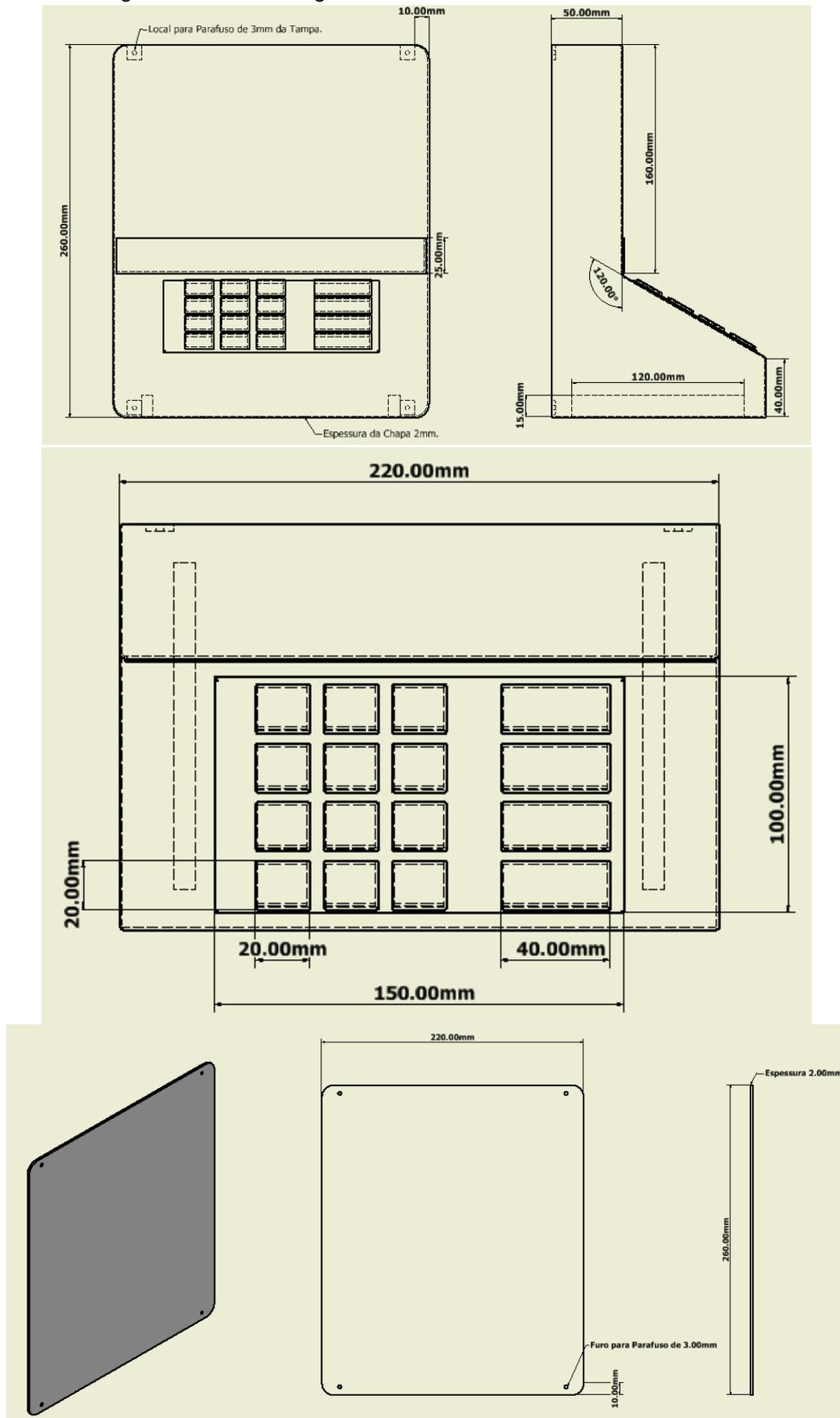
Figura 56: Ilustração do Ângulo do Braço e Antebraço para realizar tarefas.



Fonte: Lima (2018).

Segundo Lima (2018), o ângulo ideal de trabalho entre braço e antebraço é de 90°, e vale tanto para a execução de tarefas sentada ou em pé. Visando evitar desconforto para o usuário, a autora projetou o ângulo de entrada para o teclado, visando à minimização da fadiga e desconforto ao utilizar o dispositivo fixo a parada. A inclinação apresentada no produto proporciona o ângulo adequado ao usuário. Na Figura 57 é possível observar as vistas ortográficas do dispositivo.

Figura 57: Vistas Ortográficas do Módulo Fixo a Parada de Ônibus.



Fonte: Autora (2019).

O fato de a carenagem ser relativamente maior que a placa eletrônica, se justifica em função da melhor dissipação de calor produzida pelo sistema interno. Caso a forma externa do produto fosse ligeiramente maior que a placa eletrônica, o calor produzido pelo sistema ficaria mais concentrado próximo à placa, possivelmente, ocasionando o aquecimento do sistema e danificando algum componente. Outro ponto que influenciou o tamanho e forma do produto são as informações contidas em seu *layout*. Tais informações estão apresentadas no item 8.2.2.2.

8.2.2.1 Material para Módulo Fixo a Parada

O módulo fixo à parada será confeccionado com o uso do aço 1010. Segundo Lima (2006) é um aço tenaz, com boa conformabilidade e soldabilidade, sendo largamente utilizado na indústria. Para conferir forma ao produto, o aço precisará passar pelos processos de corte, dobra e, posteriormente, solda dos elementos internos, que são responsáveis por acomodar os acessórios eletrônicos.

Porém antes de realizar o processo de dobra do material é preciso inserir a escrita em Braille presente no dispositivo. Para tal, a chapa cortada no formato necessário, passará pelo processo conhecido como *Router Braille* realizado pela máquina de Comando Numérico Computadorizado (CNC).

Para conferir acabamento, o produto finalizado passará pelo processo de pintura na cor preta. Por se tratar de material metálico, a autora sugere o uso de esmalte sintético, para garantir maior durabilidade à peça.

Por haver a necessidade de alto contraste entre as informações escritas e o fundo, para que as pessoas com baixa visão possam identificar, da melhor maneira possível, as informações indicadas no dispositivo, a autora sugere o uso de adesivo vinílico na cor branca para a confecção das letras. Desse modo o contraste ficará garantido.

8.2.2.2 *Interface* do Produto.

Para definir as cores principais a ser utilizada na interface do produto, a autora buscou informações sobre o tema. As informações encontradas foram adaptadas para o uso no presente trabalho, uma vez que, as referencias utilizadas

referem-se ao uso em meios digitais. Segundo Costa e Coutinho (2018), a cor está presente no cotidiano de cada indivíduo, cada um tem uma maneira diferente de vivenciá-la, uma vez que ela é linguagem visual. Portanto, o significado das cores depende do contexto em que está inserido.

Costa e Coutinho (2018) ainda complementam, “a percepção dos contrastes é reforçada a partir da constância cromática, a tendência que os objetos têm de manter a sua cor, mesmo sob o efeito de luzes coloridas que interfiram em sua percepção”. A percepção das cores, no caso de pessoas com deficiência visual, está relacionada com a visão residual, tornando a percepção de cores e contrastes diferente para cada pessoa (COSTA; COUTINHO, 2018).

Pensando nisso, a autora, optou por selecionar uma paleta de cores formada por apenas três cores. Existiu a preocupação de buscar cores de matizes diferentes entre si, visando um melhor contraste, e próximas às cores primárias, facilitando a identificação das informações contidas na *interface* do produto. Na Figura 58 é possível observar a paleta de cores selecionadas.

Figura 58: Paleta de Cores Selecionada para a *Interface* do Produto.



Pantone Black 6 C	Pantone 3945 C	Pantone 656 C
C: 0 M: 0 Y: 0 K: 100 R: 33 G: 25 B: 21 #211915	C: 0 M: 10 Y: 95 K: 0 R: 248 G: 225 B: 46 #f8e12d	C: 0 M: 0 Y: 0 K: 0 R: 255 G: 225 B: 255 #ffffff

Fonte: Autora (2019).

A tipografia escolhida visa facilitar a leitura por parte do usuário com baixa visão, apresentado formato geométrico e espaçamento entre letras. Para isso, foi escolhida a família tipográfica Myriad Pro (Figura 59), caracterizada por apresentar letras do tipo neutro de uso geral, que atende a uma variedade de usos, apresentado uma grande variedade de pesos e larguras.

por esse motivo, todas as teclas são identificadas para não gerar problemas de identificação das mesmas pelo usuário.

As informações de passo a passo contidas na parte superior do dispositivo foram pensadas de maneira a serem as mais claras e objetivas possíveis. São apenas três passos para a utilização do dispositivo diminuindo o tempo de identificação da correta maneira de utilização do produto.

8.2.2.3 *Mockup* Módulo Fixo a Parada

Após a finalização da modelagem em 3D do módulo fixo a parada, iniciou-se a produção do mesmo visando uma melhor análise e verificação do formato da carenagem, bem como suas proporções e informações contidas. O *mockup* foi construído através de impressão 3D. Após a impressão, o *mockup* recebeu acabamento com massa plástica, primer e pintura. Pode-se observar, através das próximas figuras, o processo de confecção do *mockup*. Na Figura 61 é possível observar as peças impressas individualmente. A figura das demais etapas e do *mockup* finalizado será anexada ao trabalho posteriormente.

Figura 61: Peças Impressas.



Fonte: Autora (2019).

O *mockup* foi impresso em 12 partes diferentes. Após a colagem dos pares, colaram-se as partes formando o volume final do dispositivo. Na Figura 62 é possível observar os pares colados, formando o *mockup*.

Figura 62: *Mockup Montado*.

Fonte: Autora (2019).

8.2.2.4 Render Módulo Fixo a Parada

A partir do modelo 3D desenvolvido anteriormente pela autora, e para complementar a visualização do produto finalizado, foram executados *renderings* da aparência externa do dispositivo, com simulação de materiais e pintura dos componentes.

As imagens geradas representam o aspecto visual final projetado ao dispositivo. Os *renderings* gerados podem ser conferidos na Figura 63.

Figura 63: *Renderings* Módulo Fixo na Parada de Ônibus.



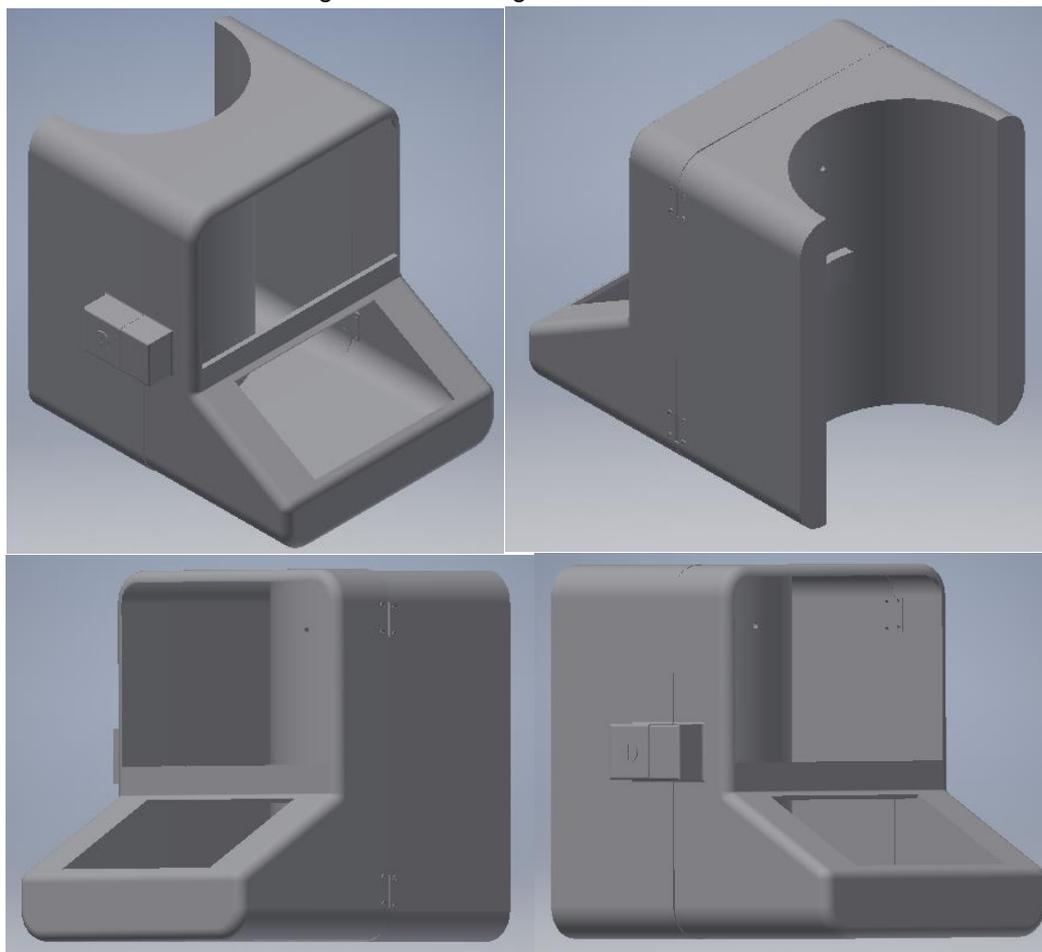
Fonte: Autora (2019).

8.2.3 Caixa Protetora

Visando o prolongamento da vida útil do módulo fixo a parada, a autora, complementou o dispositivo com uma caixa externa para maior proteção. Além de aumentar a proteção ao dispositivo, a caixa também tem a função de facilitar a instalação nas paradas de ônibus, bem como, facilitar a manutenção do dispositivo quando necessário.

Utilizando como referência a modelagem do dispositivo fixo a parada de ônibus, a carenagem da caixa protetora (Figura 64) foi desenvolvida no *software* Autodesk Inventor Professional® 2019.

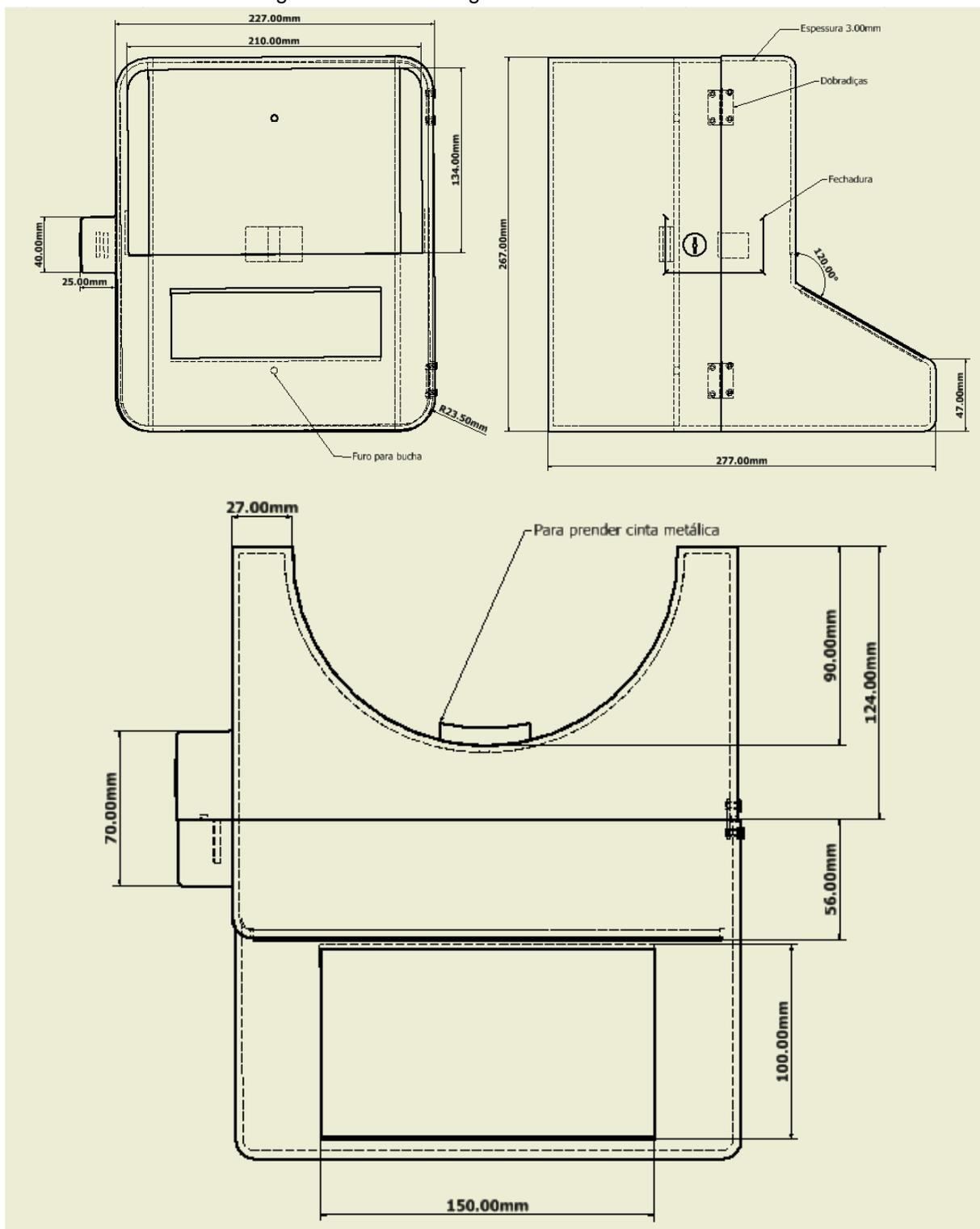
Figura 64: Modelagem Caixa Protetora.



Fonte: Autora (2019).

A configuração morfológica da carenagem resultou em um produto que segue as mesmas formas do dispositivo interno. As aberturas existentes na carenagem da caixa tem a função de permitir o acesso dos usuários às informações contidas na parte superior do dispositivo, bem como ao teclado. Na Figura 65 é possível observar as vistas ortográficas do dispositivo.

Figura 65: Vistas Ortográficas da Caixa Protetora.



Fonte: Autora (2019).

8.2.3.1 Material para Caixa Protetora

A caixa protetora será instalada nas paradas de ônibus, sofrendo, diariamente com as variáveis condições climáticas. Por esse motivo o material selecionado deve

ser um polímero de alto desempenho. Para tal, a caixa será confeccionada com material polimérico conhecido como Poli (Teleftalato de Butileno) (PBT). Mesmo material utilizado na produção do receptor, porém, nesta aplicação específica, existe o acréscimo de aditivo UV, para prolongar a resistência do material as intempéries, e acréscimo de corante na cor verde, para destacar o dispositivo na parada de ônibus.

Para a fabricação do produto, a autora, sugere o processo de moldagem por injeção. O PBT cristaliza rápido diminuindo o ciclo de moldagem tornando a produção mais rápida.

8.2.3.2 Render Caixa Protetora

A partir do modelo 3D da caixa protetora, desenvolvido anteriormente pela autora, e para complementar a visualização do produto finalizado, foram executados *renderings* da aparência externa do dispositivo, agora completo, com simulação de materiais.

As imagens geradas representam o aspecto visual final projetado para o dispositivo. Os *renderings* gerados podem ser conferidos na Figura 66.

Figura 66: *Renderings* Caixa Protetora.



Fonte: Autora (2019).

8.2.4 Módulo Móvel

Para a confecção do módulo móvel será necessário o uso de alguns componentes eletrônicos. Com o intuito de melhor transmitir as informações ao leitor, elaborou-se o Quadro 13, onde estão listados os componentes internos necessários para o funcionamento do dispositivo.

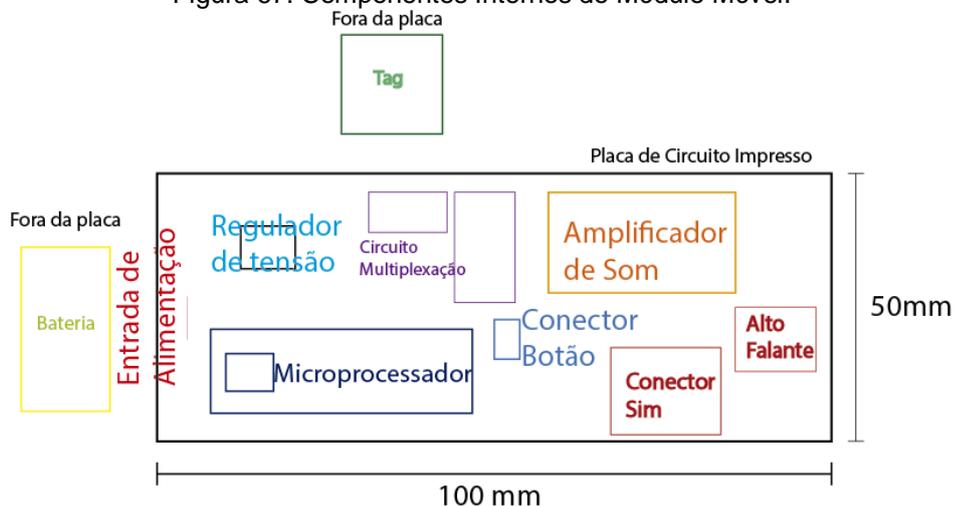
Quadro 13: Componentes Internos do Módulo Móvel.

Componentes	Função
Placa de Circuito Impresso.	Transmite os impulsos elétricos para os diferentes componentes da placa, possibilitando o acionamento dos mesmos (DAQUINO, 2012).
Cartão <i>Tag</i> .	Responsável por armazenar as informações gerais dos usuários.
Módulo de Cartão <i>Sim</i> .	Responsável por garantir acesso à internet móvel para operar o <i>software</i> do GPS.
Microprocessador AT89C51RD2.	Responsável por gerenciar as informações recebidas (GUIMARÃES, 2010).
Circuito de Multiplexação Serial	Responsável por transmitir os dados a todos os componentes, uma vez que o microprocessador dispõe de apenas um canal (GUIMARÃES, 2010).
Regulador de Tensão.	Controlar as tensões que transitam pelo circuito.
Amplificador de Som.	Responsável por converter o sinal de áudio para ser utilizado no alto falante.
Alto Falante	Responsável por transmitir o som ao usuário.
Entrada de Alimentação do Circuito.	Responsável por conferir tensão ao sistema e garantir o funcionamento.
Bateria de Lítio 9v.	Garantir que o sistema esteja sempre com tensão suficiente para funcionamento.
Conector do Botão	Responsável por acionar o comando de voz.

Fonte: Autora (2019).

Com o intuito de melhor transmitir o formato final da placa de circuito eletrônico, desenvolveu-se a Figura 67. Os componentes internos estão espaçados entre si para evitar o aquecimento do sistema.

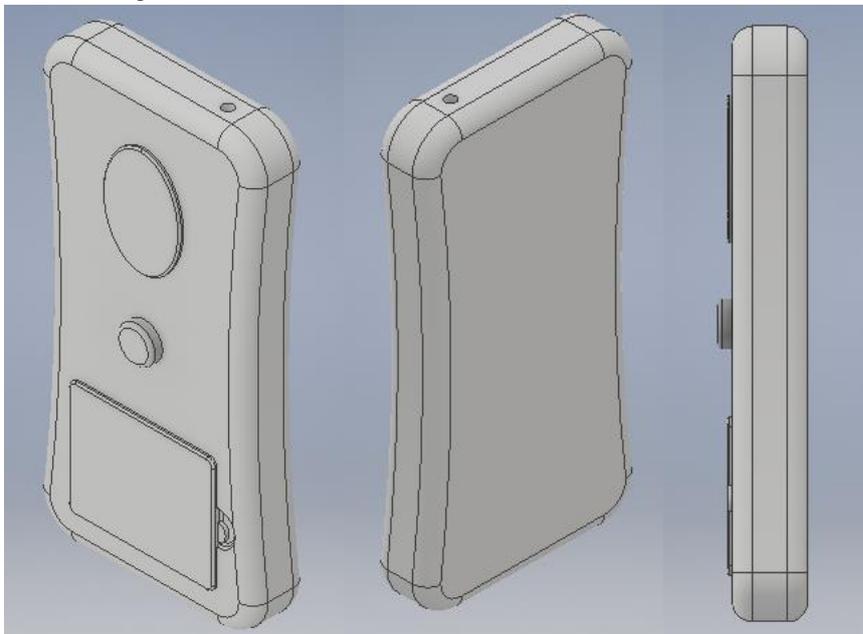
Figura 67: Componentes Internos do Módulo Móvel.



Fonte: Autora (2019).

Utilizando como referência a configuração dos componentes internos, bem como as representações bidimensionais realizadas durante o item de geração de alternativas, a carenagem do módulo móvel (Figura 68) foi desenvolvida no *software* Autodesk Inventor Professional® 2019.

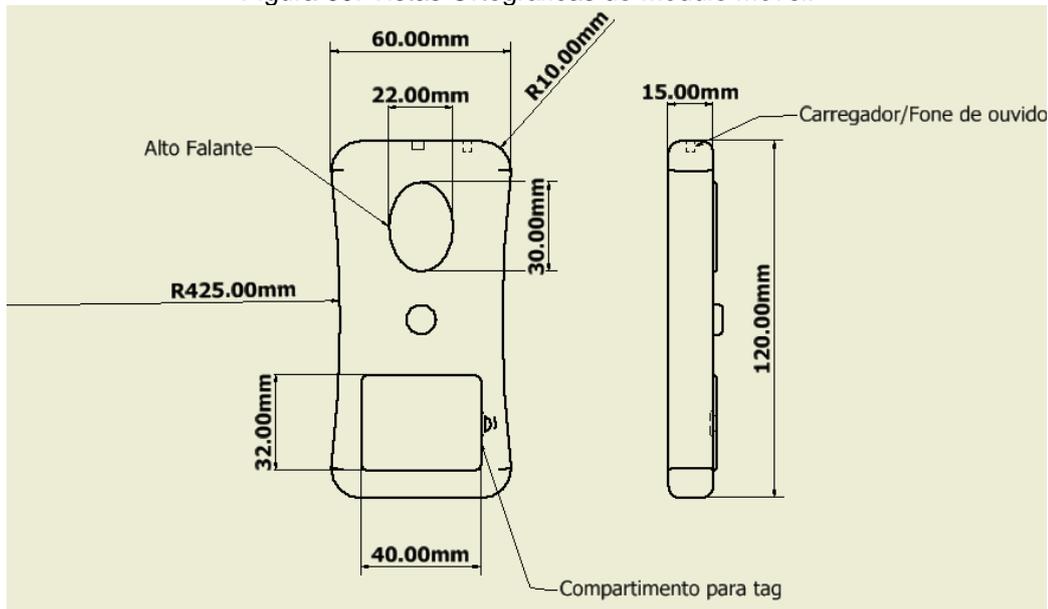
Figura 68: Modelagem 3D realizada no software Autodesk Inventor Professional® 2019.



Fonte: Autora (2019).

A configuração morfológica da carenagem resultou em um produto compacto e de geometria simples. O produto apresenta um ângulo de entrada, nas laterais do produto, para facilitar o encaixe do dispositivo na mão do usuário. Na Figura 69 é possível observar as vistas ortográficas do dispositivo.

Figura 69: Vistas Ortográficas do Módulo Móvel.



Fonte: Autora (2019).

A forma final da carenagem foi selecionada visando à facilidade e conforto no momento do uso. A forma simples sem muita informação ajuda o rápido encontro do botão que aciona o comando de voz, facilitando o uso do dispositivo.

8.2.4.1 Material para Módulo Móvel

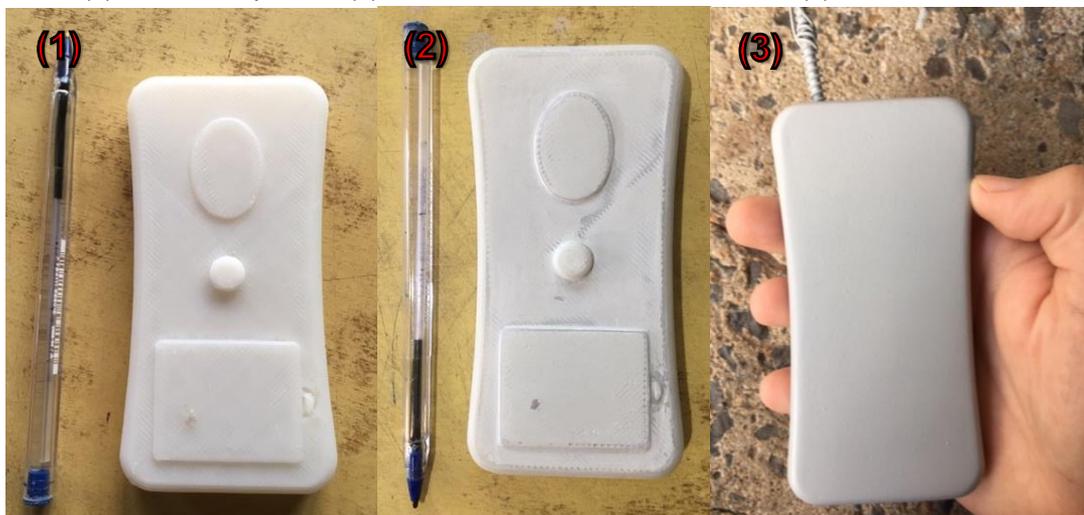
O módulo móvel será confeccionado com material polimérico conhecido como Poli (Teleftalato de Butileno) (PBT). Mesmo material utilizado na produção do receptor e da caixa protetora, porém, nesta aplicação específica, não existe a necessidade do acréscimo de aditivo UV e do corante na cor verde.

Para a fabricação do produto, a autora, sugere o processo de moldagem por injeção. O PBT cristaliza rápido diminuindo o ciclo de moldagem tornando a produção mais rápida.

8.2.4.2 *Mockup* Módulo Móvel

Após a finalização da modelagem em 3D do módulo móvel, iniciou-se a produção do mesmo visando uma melhor análise e verificação do formato da carenagem, bem como suas proporções. O *mockup* foi construído através de impressão 3D. Após a impressão, o *mockup* recebeu acabamento com massa plástica, primer e pintura. Pode-se observar, através da Figura 70, o processo de confecção do *mockup*. A figura do *mockup* finalizado será anexada ao trabalho posteriormente.

Figura 70: (1) Produto Impresso; (2) Acabamento com Massa Plástica; (3) Acabamento com Primer;



Fonte: Autora (2019).

8.2.4.3 Render do Módulo Móvel

A partir do modelo 3D do módulo móvel, desenvolvido anteriormente pela autora, e para complementar a visualização do produto finalizado, foram executados *renderings* da aparência externa do dispositivo, com simulação de materiais.

As imagens geradas representam o aspecto visual final projetado para o dispositivo. Os *renderings* gerados podem ser conferidos na Figura 71.

Figura 71: *Renderings* Módulo Móvel.



Fonte: Autora (2019).

8.3 Comunicação entre os Dispositivos

Com a finalidade de melhor transmitir as funcionalidades e comunicações entre os dispositivos desenvolvidos de forma clara e direta, foi elaborado o quadro 14, que apresenta as funções dos produtos e as comunicações estabelecidas entre eles.

Quadro 14: Funções e Comunicações entre os Dispositivos.

(Continua)

Produto	Funções	Comunica-se com
Receptor	<ul style="list-style-type: none"> - Informar, ao motorista do veículo, o desejo de embarque de uma pessoa com deficiência visual. - Transmitir o alerta sonoro para a caixa de som, instalada na porta do veículo, para informar ao deficiente visual a chegada do ônibus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Módulo Fixo a Parada. - Caixa de Som Instalada na Porta do Veículo.

Fonte: Autora (2019).

Quadro 14: Funções e Comunicações entre os Dispositivos.

(Conclusão)

Produto	Funções	Comunica-se com
Módulo Fixo a Parada	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a informação inserida em sua <i>interface</i> e repassar ao veículo correspondente. - Comunicar-se com o software do GPS. - Ler as informações contidas no cartão <i>tag</i>. - Informar <i>Feedbacks</i> para o usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Receptor. - Módulo Móvel.
Módulo Móvel	<ul style="list-style-type: none"> - Indicar, de forma sonora, o caminho até a parada de ônibus. - Armazenar, através do cartão <i>tag</i>, informações sobre linhas de ônibus mais utilizadas pelo usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Módulo Fixo a Parada.

Fonte: Autora (2019).

Após análise do quadro 14, percebe-se que os produtos desenvolvidos compõem uma rede interligada, onde o receptor e o módulo fixo a parada são os produtos principais, voltados para o uso do transporte público por deficientes visuais. É possível afirmar que, com os dispositivos desenvolvidos, a PCD visual pode utilizar o transporte público de forma autônoma, facilitando a execução dessa tarefa.

8.4 Valores Estimados dos Dispositivos

No Apêndice – F é possível observar os valores de alguns componentes eletrônicos necessários para confeccionar uma versão simplificada de teste, para verificar o funcionamento das placas do receptor e do módulo fixo a parada. A autora não encontrou o valor aproximado das placas eletrônicas necessárias para o funcionamento do dispositivo, por esse motivo os valores aqui apresentados são, meramente, a soma dos valores unitários de cada componente existente nas placas de cada dispositivo.

Para o receptor o valor da placa é de aproximadamente 220 reais. Esse valor diz respeito à soma dos valores individuais de cada componente, em caso de uma produção em larga escala esse valor é reduzido.

Para produzir a placa do módulo fixo a parada, o valor de produção é de aproximadamente 300 reais. Esse valor diz respeito à soma dos valores individuais

de cada componente, em caso de uma produção em larga escala esse valor é reduzido.

A placa eletrônica do módulo móvel custa em torno de 100 reais. Esse valor diz respeito à soma dos valores individuais de cada componente, em caso de uma produção em larga escala esse valor é reduzido.

Para a produção das três placas eletrônicas será necessário cerca de seiscentos e vinte reais. Esse valor é uma estimativa baseada nos valores individuais dos componentes da placa eletrônica. Os valores foram retirados de sites especializados em venda de componentes para placas eletrônicas, como a Usinainfo®.

Os valores relatados anteriormente dizem respeito ao custo de produção aproximada, apenas, das placas eletrônicas de cada dispositivo. Outro ponto a ser levado em consideração, os valores utilizados como base de cálculo referem-se ao custo individual de cada componente eletrônico, o que acaba elevando o custo final da placa. Em caso de produção final, esses valores serão reajustados, muito provavelmente para menos uma vez que, o responsável pela produção é uma empresa da área de confecção de placas, tornando o custo de aquisição de cada componente menor, visto que ele, possivelmente, compra em larga escala, além de ter fornecedores fixos e de confiança.

O custo de produção dos dispositivos não será estimado uma vez que, a produção dos mesmos envolve moldagem por injeção, e corte e dobra de chapas metálicas, além da CNC para produzir o Braille. O valor destes processos depende do projeto a ser produzido e do próprio fabricante. Para obterem-se os valores é necessário entrar em contato com o fabricante e solicitar orçamento, a autora não teve tempo hábil para tal tarefa.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte público é, sem dúvidas, um sistema muito importante e presente na vida da grande maioria da população brasileira, sendo responsável pelo deslocamento de milhões de pessoas que o utilizam diariamente. Porém esse serviço essencial ao nosso dia a dia é um problema para pessoas com deficiência visual e, desenvolver melhorias voltadas a esta minoria se faz necessário para o bem estar, conforto, segurança e autonomia dos mesmos.

O projeto de um sistema computadorizado que auxilie pessoas com deficiência visual a utilizar o transporte público oferecido pela cidade, de maneira autônoma e independente, mostrou-se bastante extenso e complexo, envolvendo diversas áreas de conhecimento e atuação. O tempo foi um grande problema, existem muitas etapas a serem cumpridas, em diferentes áreas de atuação das quais a autora não tinha um grande repertório. Administrar o tempo disponível entre o desenvolvimento dos componentes eletrônicos, carenagem e pesquisas, foi um grande desafio.

Em função disso, o projeto foi detalhado em um nível que permite a observação de sua viabilidade e funcionamento de seus principais componentes eletrônicos. Porém, o detalhamento necessário para considerar o produto pronto para a produção, exigiria mais tempo de atuação, mais pesquisas técnicas e funcionais, além do envolvimento de profissionais de outras áreas de atuação.

Um ponto que apresentou dificuldade além do esperado foi o contato com profissionais da área da elétrica. Por diversas vezes, a autora, tentou marcar entrevistas com graduandos de engenharia elétrica, porém nenhuma tentativa obteve sucesso. Por esse motivo, foram utilizadas fontes alternativas de pesquisa, uma delas, analisar trabalhos de conclusão de curso de engenharia elétrica voltados para o desenvolvimento de parquímetros. Ocorreram também pesquisas em sites especializados em eletrônica.

Apesar dos pontos negativos apresentados, a autora, considera que o projeto atendeu seus devidos objetivos, resultando em uma proposta de dispositivos capazes de auxiliar deficientes visuais a utilizarem o transporte público de forma autônoma. O projeto cumpre os principais requisitos que foram determinados através da pesquisa realizada com o público, dentre eles, possibilitar a autonomia ao utilizar o transporte público e guiar a PCD até a parada de ônibus.

Por fim, a autora, ressalta que a validação do projeto demandaria um desenvolvimento mais extenso, dado a complexidade, quantidade e pouco conhecimento da autora em relação aos componentes eletrônicos existentes nos dispositivos. Seriam necessários estudos mais aprofundados, execução de testes e a construção de um protótipo, etapas estas que fogem ao escopo de projeto devido à sua alta complexidade. Porém, após todas as etapas do presente trabalho, espera-se que os dispositivos aqui desenvolvidos, torne-se uma proposta viável de ser produzida, visto seu grande potencial de melhoria da vida cotidiana de deficientes visuais que utilizam o transporte coletivo oferecido pela cidade.

REFERÊNCIAS

4HOBBY. **MÓDULO HM10 BLUETOOTH 4.0 KEYES AUTENTICO ANDROID IOS**. Disponível em: <<https://www.4hobby.com.br/Modulo-HM10-bluetooth-40-Keyes-autentico-Android-IOs170208>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

ABNT. Norma nº 9050, de 30 de junho de 2004. **Acessibilidade A Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/emurb/2011/07/Normas_NBR9050_AcessibilidadeEdificacoes.pdf>. Acesso em: 13 maio 2019.

ACERGS. **Associação de Cegos do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://acergs.org.br/>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

AGNI, Edu. **Avaliação Heurística na análise de interfaces**. 2015. Disponível em: <<https://uxdesign.blog.br/avalia%C3%A7%C3%A3o-heur%C3%ADstica-na-an%C3%A1lise-de-interfaces-218c2dd46164>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

AMIRALIAN, Maria Lúcia Toledo Moraes. **Compreendendo o Cego: uma Visão Psicanalítica da Cegueira por meio de Desenhos-Estórias**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997. Disponível em: <<http://www.deficienciavisual.pt/txt-compreendendo-cego.htm#11>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

AMIRALIAN, Maria Lúcia Toledo Moraes. Sou cego ou enxergo? As questões da baixa visão. **Educar**, Curitiba, v. 1, n. 23, p.15-28, jan./jul. 2004.

ANCORA. **PCE – Parafuso para concreto**. 2017. Disponível em: <<http://ancora.com.br/site/portfolios/pce-parafuso-concreto/>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

ARAGUAIA, Mariana. **TATO**. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/tato.htm>>. Acesso em: 10 set. 2018.

ATB. **Beacon Technology For Visually Impaired: How Does It Work?** 2016. Disponível em: <<http://assistivetechologyblog.com/2016/10/beacon-technology-for-visually-impaired-how-does-it-work.html>>. Acesso em: 08 out. 2018.

BACK, Nelson *et al.* **Projeto integrado de produtos**. Barueri – Sp: Manole, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BERG, Carlos Henrique *et al.* **Pessoas Cegas e Representação Espacial: Uma Revisão Sistemática de Literatura**. **Educar**, Santa Catarina, v. 1, n. 1, p.1-12, ago. 2015.

BLIND, American Foundation For The. **Accessible Mass Transit**. Disponível em: <<http://www.afb.org/info/living-with-vision-loss/getting-around/accessible-mass-transit/235>>. Acesso em: 01 out. 2018.

BOGAS, João Vitor. **Conheça as principais barreiras para a acessibilidade e como superá-las!** Disponível em: <<http://blog.handtalk.me/barreiras-para-a-acessibilidade/>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

BRAIDA, Frederico; NOJIMA, Vera Lúcia. Design para os sentidos e o insólito mundo da sinestesia. **Design**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.216-230, ago. 2015.

BRAILLE, Shopping do. **Máquina de Escrever em Braille**. Disponível em: <<http://shoppingdobraille.com.br/produto/maquina-de-escrever-em-braille/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

BRAIN, Marshall. **Como funcionam as ondas de rádio**. Disponível em: <<http://doradioamad.dominiotemporario.com/doc/COMO%20FUNCIONA%20A%20NDA%20DE%20RADIO.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

BRASIL, Acessibilidade. **Lei de acessibilidade – Decreto lei 5296**. Disponível em: <<http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/lei-de-acessibilidade-decreto-lei-5296>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

BRASIL, Acessibilidade. **Inclusão dos deficientes visuais ainda é desafio**. 2005. Disponível em: <<http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/noticias/382-inclusao-dos-deficientes-visuais-ainda-e-desafio>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 3298**, de 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. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm>. Acesso em: 03 set. 2018.

BRASIL. **Lei nº 10.098**, de 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. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm>. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Luiza Maria Borges Oliveira. **Cartilha Do Censo 2010: Pessoas com Deficiência**. Brasília: Copyright, 2012. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

CABLEMAX. **Chumbador CBA com parafuso**. 2010. Disponível em: <<http://www.cabosdeacocablemax.com.br/chumbador-cba-com-parafuso.html>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

CÂMARA, Marlon. **Bluetooth: O que é e como funciona.** 2012. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/01/bluetooth-o-que-e-e-como-funciona.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

CARROLL, Thomas J.. **Cegueira: O que é, o que faz, e como viver com ela.** São Paulo: Campanha Nacional de Educação dos Cegos do Ministério da Educação e Cultura, 1968. Disponível em: <http://www.deficienciavisual.pt/txt-cegueira_o_que_e_o_que_faz_como_viver_com_ela.htm>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CASAL, Anna Laura Tonetto *et al.* **Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) Para o Transporte de Porto Alegre.** Porto Alegre: Editora da Cidade, 2012. 56 p. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smf/usu_doc/anexo_iii_d_noti_ca_sobre_its_para_porto_alegre-eptc.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

CATIVO, Jorge. **A Taxonomia de Bloom, verbos e os processos cognitivos.** 2012. Disponível em: <<https://www.biblioteconomiadigital.com.br/2012/08/a-taxonomia-de-bloom-verbos-e-os.html>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

CITTAMOBIL®. **A informação do seu ônibus, na palma da sua mão!** Disponível em: <<https://www.CittaMobi.com.br/home/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

CMM, Pedro. **As técnicas de transmissão de dados nas redes sem fio.** 2017. Disponível em: <<https://br.ccm.net/contents/795-as-tecnicas-de-transmissao-de-dados-nas-redes-sem-fio>>. Acesso em: 24 set. 2018.

CONDE, Antônio João Menescal. **Definição de cegueira e baixa visão.** Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/ARTIGOS/Def-de-cegueira-e-baixa-viso.pdf>. Acesso em: 04 set. 2018.

COSTA, Robson Xavier da; COUTINHO, Viviane dos Santos. Entre Cores e Pessoas com Visão Subnormal. **Educação. Artes e Inclusão**, Paraíba, v. 14, n. 1, p.62-88, mar. 2018.

COUTO JUNIOR, Abelardo; OLIVEIRA, Lucas Azeredo Gonçalves de. As principais causas de cegueira e baixa visão em escola para deficientes visuais. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, Rio de Janeiro, v. 75, n. 1, p.12-23, jan./fev. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72802016000100026&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 03 set. 2018.

DAQUINO, Fernando. **Como as placas de circuito impresso são produzidas.** 2012. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/como-e-feito/18501-como-as-placas-de-circuito-impresso-sao-produzidas.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

DOMINGUES, Celma dos Anjos *et al.* **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: Os Alunos com Deficiência Visual: Baixa Visão e Cegueira.**

Brasília/DF: Índice Gestão Editorial, 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7105-fasciculo-3-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 31 ago. 2018.

DORNELES FILHO, Augusto Marcelino Lopes. **Critérios na seleção de plásticos de engenharia para aplicações em veículos populares no Brasil**. 2006. 189 f. TCC (Graduação) - Curso de Escola Politécnica - Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

EDUCAÇÃO, Todos Pela. **Conheça o Histórico da Legislação sobre Inclusão**. Disponível em: <<https://www.todospelaeducacao.org.br/conteudo/conheca-o-historico-da-legislacao-sobre-inclusao/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

EDUCACIONAL, Tecnologia e Ciência. **Reglete positiva de bolso com punção**. Disponível em: <<http://www.loja.tece.com.br/reglete-positiva-de-bolso-com-puncao-cor-reglete-vermelha-puncao-transparente-menor>>. Acesso em: 17 set. 2018.

FUNDATION, Blind. **Working together to make public transport accessible for all**. Disponível em: <<https://blindfoundation.org.nz/blind-foundation-updates/working-together-to-make-public-transport-accessible-for-all/>>. Acesso em: 01 out. 2018.

FURRER, Maria Alice. **Tipos de barreiras**. 2012. Disponível em: <<http://www.acessibilidadenapratica.com.br/textos/tipos-de-barreiras/>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

FRANCO, João Roberto; DIAS, Tércia Regina. A Cegueira ao Longo da História: A pessoa cega no processo histórico: um breve percurso. **Revista Benjamim Constant / Mec**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 30, p.1-12, jan./ago. 2005. Disponível em: <http://www.deficienciavisual.pt/r-Cegueira_historia-Joao_Franco.htm>. Acesso em: 31 ago. 2018.

GARRETT, Felipe. **Saiba o que é GPS e como funciona**. 2014. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/12/como-funciona-o-gps.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

GUIMARÃES, Fabio Junior Melo. **Parquímetro Eletrônico**. 2010. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Luterana do Brasil - Ulbra, Canoas, 2010. Disponível em: <<http://tcceulbra.synthasite.com/resources/TCC/2010-1/Parquimetro-Eletronico-FabioJuniorMelloGuimaraes-2010-1.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

G1, **Aplicativo ajuda deficientes visuais a usarem o transporte público em SP**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/09/aplicativo-ajuda-deficientes-visuais-usarem-o-transporte-publico-em-sp.html>>. Acesso em: 09 set. 2018.

IBYTES. **Módulo de RF 433 MHZ.** Disponível em: <<https://www.abytes.com.br/modulos-que-atuam-na-faixa-dos-315-e-dos-433-mhz/>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

LAYTON, Julia. **Você sabe como funciona o controle remoto de sua TV?** Disponível em: <<http://www.crcontroleremoto.com.br/como-funciona-um-controle-remoto.html>>. Acesso em: 22 out. 2018.

LEGAL, Bengala. **Cegos e Cegueira.** Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/cegos-e-cegueira>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

LOCH, Ruth Emilia Nogueira. **CARTOGRAFIA TÁTIL: MAPAS PARA DEFICIENTES VISUAIS. Portal da Cartografia**, Londrina, v. 1, n. 1, p.35-58, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/1362/1087>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

LIMA, Daniela. **5 problemas que você pode ter por conta da má postura.** 2018. Disponível em: <<http://www.portaldaeducativa.ms.gov.br/5-problemas-que-voce-pode-ter-por-conta-da-ma-postura/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

LIMA, Marco Antônio Magalhães. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2006.

LIVRE, Mercado. **Kit Reglete De Mesa Braille Com Punção.** Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-757041946-kit-reglete-de-mesa-braille-com-punco-frete-gratis-_JM>. Acesso em: 17 set. 2018.

MAPS, Google. **Praga, República Tcheca.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@50.0719395,14.4025305,3a,35.2y,92.99h,91.48t/data=!3m6!1e1!3m4!1snz2eMvScWC0t-rDizgMjCQ!2e0!7i13312!8i6656>>. Acesso em: 08 out. 2018.

MARCELLIN, Frances. **Smartphones, Bluetooth beacons: The pairing that could help the blind catch the right bus.**2016. Disponível em: <<https://www.zdnet.com/article/smartphones-bluetooth-beacons-the-pairing-that-could-help-the-blind-catch-the-right-bus/>>. Acesso em: 08 out. 2018.

MARKIEWICZ, Michał; SKOMOROWSKI, Marek. **Public Transport Information System for Visually Impaired and Blind People.** 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226131391_Public_Transport_Information_System_for_Visually_Impaired_and_Blind_People>. Acesso em: 01 out. 2018

MÉDICAS, Faculdade de Ciências. **Auxílios Não-Ópticos.** Disponível em: <<https://www.fcm.unicamp.br/fcm/auxilios-opticos/auxilios-nao-opticos>>. Acesso em: 14 set. 2018

MELLO, Caren. **Aplicativo facilita mobilidade para deficientes visuais.** 2016. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/portal_pmpa_novo/default.php?p_noticia=189220>

&APLICATIVO+FACILITA+MOBILIDADE+PARA+DEFICIENTES+VISUAIS>. Acesso em: 03 out. 2018.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos**: Uma metodologia de design centrada no usuário. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – Ufsc, 2016.

MOLLOSSI, Luí Fellippe da Silva Bellicantta *et al.* Uma perspectiva sobre a inclusão de cegos: considerações de uma professora de matemática. **Seção Artigos**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 58, p.30-48, jan./jul. 2015

MONTEIRO, Janete Lopes. Os Desafios dos Cegos nos Espaços Sociais: Um Olhar sobre a Acessibilidade. **Seminário de Pesquisa da Região Sul**, Santa Catarina, v. 1, n. 1, p.1-16, jan./jul. 2012.

NEWS, Bbc. **Tube app: Guide for blind people on London Underground**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/av/health-31757593/tube-app-guide-for-blind-people-on-london-underground>>. Acesso em: 01 out. 2018.

NUNES, Sylvia da Silveira; LOMÔNACO, José Fernando Bitencourt. **Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pee/v12n1/v12n1a09.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2019

PETRIN, Natália. **Radiação Infravermelha**. Disponível em: <<https://www.estudopratico.com.br/radiacao-infravermelha/>>. Acesso em: 22 out. 2018.

PORTO ALEGRE, Prefeitura de. **Concorrência Pública1/2015**: Edital. 2015. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smf/default.php?reg=19&p_secao=256>. Acesso em: 15 out. 2018.

PORTO ALEGRE, Prefeitura de. **Qualificação das Paradas de Ônibus**. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc/default.php?p_secao=205>. Acesso em: 27 ago. 2018.

POZZOBON, Graciela. **Audiodescrição**. 2007. Disponível em: <<http://audiodescricao.com.br/ad/>>. Acesso em: 14 set. 2018.

REI, Gilson. **EMDEC avalia aparelho para deficiente visual no transporte público**. 2012. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=15012>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

RIBEIRO, Carolina. **Como funciona a tecnologia Wireless**. 2012. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/04/como-funciona-tecnologia-wireless.html>>. Acesso em: 24 set. 2018.

RNIB. **World's largest public transport app now accessible for people with vision impairment.** 2016. Disponível em: <<https://www.rnib.org.uk/insight-online/largest-public-transport-app-now-accessible>>. Acesso em: 01 out. 2018.

RODRIGUES, Paloma. **DPS2000 - Sistema de Sinalização Eletrônica entre Deficientes e Meios de Transporte.** 2012. Disponível em: <<http://www.aurbanistica.com.br/2012/10/dps2000-sistema-de-sinalizacao.html>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

RS, G1. **Exposição em Porto Alegre permite que deficientes visuais 'vejam' as obras com o toque dos dedos.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/exposicao-em-porto-alegre-permite-que-deficientes-visuais-vejam-as-obras-com-o-toque-dos-dedos.ghtml>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Atendimento Educacional especializado: Deficiência Visual.** Brasília/df: Editora Cromos, 2007. 57 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf>. Acesso em: 03 set. 2018.

SÁ, Elizabet Dias de. **Acessibilidade: As Pessoas Cegas no Itinerário da Cidadania.** 2000. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/acessibilidade.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

SÁ, Elizabet Dias de. **A informática ao alcance das pessoas cegas.** 2009. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/a-informatica-ao-alcance-das-pessoas-cegas.htm>>. Acesso em: 14 set. 2018.

SÁ, Elizabet Dias de. **A Insustentável Leveza do Braille.** 2001. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/leveza.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2018

SÁ, Elizabet Dias de. **Interrogando a Deficiência: Sob o Impacto da Diferença.** 1992. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/impacto.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

SÁ, Elizabet Dias de. **O Deficiente Visual e o Trabalho Competitivo.** 1994. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/trabalho.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

SÁ, Elizabet Dias de. **O Saber e o não Saber Sobre a Cegueira: Uma Viagem com Affonso Romano de Sant'anna.** 2005. Disponível em: <http://www.bancodeescola.com/romano_viagem.htm>. Acesso em: 15 dez. 2018

SALUTES, Bruno. **Moovit® passa a exibir chegadas e partidas de ônibus em tempo real.** 2015. Disponível em: <<https://www.androidpit.com.br/atualizacao-moovit-onibus-tempo-real>>. Acesso em: 08 out. 2018.

SANCHES, Carolina. **Ruas de Maceió não têm mobilidade adequada para deficientes visuais.** 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2013/09/ruas-de-maceio-nao-tem-mobilidade-adequada-para-deficientes-visuais.html>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

SÁNCHEZ, Jaime et al. **Accessibility for People Who are Blind in Public Transportation Systems**. 2013. Disponível em: <<http://www.ubicomp.org/ubicomp2013/adjunct/adjunct/p753.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

SANTOS, Alexis. **Blindsquare uses Foursquare data to guide the visually impaired**. 2012. Disponível em: <<https://www.engadget.com/2012/06/05/blindsquare-guides-blind-with-foursquare-data/>>. Acesso em: 08 out. 2018.

SEGUROS, Bradesco. **Deficientes Visuais: Respeite e Conviva**. Disponível em: <<http://movimentoconviva.com.br/deficientes-visuais-respeite-e-conviva/>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

SHIMOSAKAI, Ricardo. **A história do primeiro ônibus acessível do Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://turismoadaptado.com.br/a-historia-do-primeiro-onibus-acessivel-do-brasil/>>. Acesso em: 25 out. 2018

SHOP, Multilógica. **Módulo Emissor Infravermelho (descontinuado)**. Disponível em: <<https://m.multilogica-shop.com/m%C3%B3dulo-emissor-infravermelho>>. Acesso em: 29 out. 2018.

TODOS, Banco de Escola: Educação Para. **Textos de Elizabet Dias de Sá**. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/textos.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

USINAINFO. **Emissor Infravermelho IR 5mm - P18**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/transmissores-e-receptores/emissor-infravermelho-ir-5mm-p18-3563.html>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

USINAINFO. **Módulo Transmissor de Rádio FM para Arduino – V2.0**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/transmissores-e-receptores/modulo-transmissor-de-radio-fm-para-arduino-v20-2821.html>>. Acesso em: 29 out. 2018.

VIIBUS. **Sistema de comunicação acessível para pessoas com deficiência visual em pontos de ônibus**. Disponível em: <<https://ViiBus.com.br/pt/ViiBus-a-voz-do-transporte-acessivel>>. Acesso em: 09 set. 2018.

VIVADECORAPRO. **Acessibilidade na arquitetura: como criar ambientes práticos e acessíveis para todos**. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/acessibilidade-na-arquitetura/>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

VOLTOLINI, Ramon. **Conheça o primeiro smartphone da História**. 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/celular/59888-conheca-primeiro-smartphone-historia-galerias.htm>>. Acesso em: 13 maio 2019.

WEBER. **Como fixar elementos e grautear alvenarias com praticidade.** 2017. Disponível em: <<https://www.quartzolit.weber/solucoes-tecnicas-quartzolit-para-reparos-protecao-e-reforco/como-fixar-elementos-e-grautear-alvenarias-com-praticidade>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

WINKLESS, Laurie. **Using Technology To Help Visually-Impaired People Navigate Cities.** 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/lauriewinkless/2017/03/28/using-technology-to-help-visually-impaired-people-navigate-cities/#1406f5a671d5>>. Acesso em: 01 out. 2018.

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA E RESPOSTAS COM O PÚBLICO-ALVO

QUESTIONÁRIO USUÁRIOS

Idade

- a. 45 anos – Masculino
- b. 60 anos – Feminino
- c. 40 anos – Masculino
- d. 61 anos – Masculino
- e. 54 anos – Feminino
- f. 28 anos – Feminino
- g. 36 anos - Masculino
- h. 70 anos – Masculino
- i. 24 anos - Masculino
- j. 30 anos – Feminino
- k. 33 anos – Feminino
- l. 51 anos – Masculino
- m. 48 anos – Masculino
- n. 35 anos – Masculino
- o. 37 anos – Feminino
- p. 47 anos – Masculino
- q. 30 anos – Feminino
- r. 42 anos – Masculino
- s. 58 anos – Masculino
- t. 62 anos – Masculino
- u. 63 anos - Masculino

Profissão

- a. Radialista
- b. Aposentada
- c. Publicitário/Empresário
- d. Aposentado/Massoterapeuta
- e. Aposentada/voluntária em lar de idosos.
- f. Estudante
- g. Empresário
- h. Aposentado
- i. Estudante
- j. Advogada
- k. Massoterapeuta
- l. Aposentado
- m. Empresário
- n. Sócio em uma empresa de publicidade e propaganda.
- o. Massoterapeuta

- p. Radialista
- q. Dona de Casa
- r. Massoterapeuta
- s. Professor de Braille
- t. Aposentado
- u. Padre

Ao sair, você utiliza com mais frequência: bengala, guia humano, cão guia ou outros – quais?

- a. Utilizo muito mais guia humano, as vezes uso a bengala mas é mais difícil.
- b. Eu uso o guia humano. Acho muito perigoso sair na rua sozinha tem muitos obstáculos e tenho medo de me machucar. Com uma pessoa me ajudando me sinto mais segura.
- c. Utilizo a bengala, são meus olhos.
- d. Utilizo a “bengalinha”, é de grande ajuda.
- e. Utilizo a bengala, com exceção de quando vou a lugares fora da minha rotina uso auxilio de amigos/familiares.
- f. Bengala são meus olhos, não é a melhor do mundo mas me ajuda muito.
- g. Uso a bengala, mas a minha mulher sempre me acompanha.
- h. Saio sempre acompanhado, estou velho não tenho mais a mesma disposição e memoria de quando era jovem.
- i. Na maioria das vezes saio sozinho então uso a bengala. Gostaria de ter um cão guia, mas é muito caro pra comprar e manter o bichinho então fico só na vontade....
- j. A bengala. Às vezes saio acompanhada de algum familiar ou amigo, mas sempre uso a bengala. Ela me traz uma sensação de segurança
- k. A bengala. Acho que a maioria dos cegos usa ela porque é mais em conta e te traz uma certa independência ao caminhar.
- l. Agora uso a bengala, já tive um cão guia, o Bob, mas ele faleceu recentemente, ainda não tive coragem de pegar outro, ele era meu amigo de verdade, não um objeto descartável.
- m. Bengala e a minha mulher, nos passamos a maior parte do dia juntos. Ela me ajuda bastante.
- n. Utilizo a bengala.
- o. Eu uso o cão guia.
- p. Eu dependo da bengala.
- q. Quando estou em casa não uso nada, conheço tudo como se fosse a palma da minha mão. Pra sair na rua eu uso a bengala.
- r. Eu uso o auxilio da bengala. Ela não serve muito pra eu sentir obstáculos altos, mas nem tudo é perfeito (Risos)
- s. Eu uso a bengala.
- t. A bengala.
- u. Eu uso a bengala e também as irmãs me ajudam.

Qual é a melhor forma para você se localizar quando está na rua? Usaria um Smartphone como auxílio? Se sente seguro?

- a. Pedir ajuda para as pessoas, mas como estou acompanhado na maioria das vezes, sempre sei onde estou. No telefone só sei ver as horas (Risos)
- b. Eu peço para quem está me acompanhando falar onde estamos. Não sei me localizar muito bem ainda. Eu não me acostumei a usar o celular ainda.
- c. Melhor maneira de se localizar, diria que quando se é deficiente, acaba desenvolvendo outras sensibilidades, dentro delas, sacar aquele caminho que tu estas acostumado a fazer, por exemplo, quando pego um Táxi da minha casa até um bairro, bar, minha empresa onde já sei as ruas onde dobra, onde tem aquele buraco no chão, a gente absorve isso automaticamente, mas quando não acontece isso, precisamos confiar nas pessoas. Ao andar a pé acontece a mesma situação. Eu uso o Smartphone, me acostumei a viver com ele, mas não é muito sensato ficar usando na rua, aí o furo é mais em baixo.
- d. É usando o GPS do telefone, mas também é preciso ter uma noção espacial boa.
- e. Uso o auxílio de outros sentidos, a audição é muito boa nesse sentido. Também existem situações em que peço ajuda a pessoas que estejam passando por mim. Não gosto muito de usar o telefone pra me guiar porque acho perigoso, principalmente pra mim que não vejo a movimentação do que acontece ao meu redor.
- f. Me guiando através dos outros sentidos, pedindo ajuda. Falando por mim, dificilmente eu mudo a minha rotina, o meu caminho, então eu sei mais ou menos onde fica cada coisa, obstáculo. Se vou para um lugar que nunca fui, sempre faço os primeiros trajetos acompanhada para depois ir sozinha. Não tenho opinião formada sobre o celular, mas acho que usaria sim, mas não gostaria de usar na mão, preferiria usar com o fone e deixar no bolso se fosse possível.
- g. Como ando acompanhado a maioria das vezes eu me guio com a ajuda da minha mulher. Quando estou sozinho em algum lugar eu me guio com a ajuda da visão que me sobrou, eu consigo ver vultos, isso ajuda. Não gosto de usar o smartphone na rua, a cidade esta bem violenta hoje em dia e com a pouca visão que tenho eu viro um alvo fácil.
- h. Estou sempre acompanhado então eu fico falando com quem está comigo. A ideia de usar celular não me agrada, não tenho mais cabeça para essas tecnologias.
- i. Eu uso o celular às vezes e também peço ajuda para alguém, como diz o ditado “quem tem boca vai a Roma”. Não gosto muito de usar o celular, só em casos de emergência, sou muito apegado ao meu aparelho, ele tem a minha cara e custou caro, ficaria muito triste se ele fosse roubado.
- j. Utilizo o GPS do celular. Mas também peço ajuda a pessoas que estejam passando. Essa decisão depende de vários fatores: Quão perdida estou, se estou com pressa ou não. A sensação que o ambiente me traz.
- k. Raramente eu faço rotas que eu não esteja acostumada, então eu conheço o caminho, dificilmente me perco. Caso eu me perca, o que é difícil (risos) eu peço ajuda para alguém. O celular não é algo que me agrade muito ficar usando ele na rua, então eu evito.

l. Com o falecimento do Bob, eu passei a usar mais o GPS, ele me ajuda muito quando estou na rua. Teve uma vez que fiquei muito perdido, aí fui obrigado a pedir ajuda para uma pessoa, mas evito fazer isso de ficar pedindo ajuda, não é algo que eu gosto de fazer. Se me ver pedindo ajuda para alguém é porque eu realmente estou com problemas. Eu não vejo problema em usar o auxílio do celular, sei que não é nada seguro usar na rua, mas ele é a extensão dos meus olhos, agora preciso dele.

m. Na maioria das vezes que saio na rua eu estou acompanhado, daí fica fácil se localizar. Como eu saio na rua acompanhado eu não uso o celular. Até acho isso bom porque assim não corro riscos desnecessários. Atualmente o mundo está muito violento, marginais matam por nada, prefiro me resguardar.

n. Eu utilizo os meus outros sentidos e a minha memória. Também peço ajuda para as pessoas, acho que isso, de depender dos outros, é meio inevitável quando se é deficiente visual. Eu sou uma pessoa muito medrosa, não gosto de usar aparelhos eletrônicos na rua.

o. O Frederico, meu cão guia, que me ajuda. Às vezes preciso pedir ajuda para outras pessoas para poder ir em lugares que ainda não fui, nesses casos o Frederico não sabe o caminho. Eu não sou adepta a usar smartphones na rua, acho que isso seria uma distração para mim.

p. É ir confiando nas indicações e na solidariedade das pessoas. Eu uso celular na rua sem problemas, me sinto mais seguro estando com um celular em mãos.

q. Pedindo ajuda para os outros mesmo. Eu não sou muito chegada em tecnologias, sem falar da segurança, estamos vivendo em um caos total.

r. Eu peço ajuda pra quem estiver disposto a me ajudar. Mas cegos são pessoas de hábitos/rotinas, dificilmente fazemos um trajeto que nunca fizemos antes. Quando isso acontece eu vou acompanhado, provavelmente os outros também. Olha, em nenhum lugar estamos seguros hoje em dia, se for pra ser assaltado ou morrer, pode acontecer na minha casa também. Eu não me limito por causa do medo de ser assaltado. Se precisar usar o celular na rua eu uso.

s. Eu confio muito na minha noção espacial, dificilmente eu fico perdido porque não saio muito da rotina. Quando preciso de ajuda eu peço pra alguém. Não, eu não usaria celular na rua, não sou muito chegada em tecnologias, menos ainda usar em locais públicos.

t. Pedindo ajuda, mas não saio mais tanto de casa. Não gosto de telefone, não usaria na rua, não uso nem em casa quem dirá na rua.

u. Eu quase nunca saio desacompanhado, sempre tem alguém comigo, isso facilita muito a minha locomoção. Não gosto de depender do celular para fazer as coisas.

Você utiliza o transporte público? Com que frequência?

a. Não uso, aqui na minha cidade não dependemos muito transporte público. Sempre que preciso sair minha mulher me leva de carro, ou chamo um conhecido.

b. Não uso, geralmente saio só para dar uma caminhada, se preciso ir mais longe meu filho me leva.

- c. Utilizo muito pouco, acho muito precário o transporte público de Porto Alegre para as pessoas com deficiências, principalmente a visual. Temos que depender sempre de outras pessoas, não gosto disso.
- d. Sim eu uso. Vou 3 vezes por semana pra Porto Alegre e sempre uso o transporte público.
- e. Sim, uso ao menos 2 vezes por semana quando vou para meu trabalho.
- f. Sim, frequentemente.
- g. Eu nunca usei muito, acho que desde que perdi (é um processo que vem se agravando a 3 anos) parte da visão usei umas 2 vezes. Moro em cidade pequena, o transporte público é uma piada.
- h. Não uso mais. Agora moro em uma casa de repouso então as minhas caminhadas são em torno da casa mesmo. Quando preciso de alguma assistência, como médicos, eles vêm aqui ou alguém da casa me leva até o hospital.
- i. Sim eu uso muito, é como vou de um lugar pra outro.
- j. Não utilizo, eu prefiro o Táxi
- k. Uso com certa frequência, não sei te precisar a quantidade de vezes, isso depende muito do meu estado de espírito no dia. São muitos fatores que estão envolvidos em usar o transporte, temos que estar dispostos a pedir ajuda para outras pessoas independente da tecnologia que temos disponível porque precisamos atravessar ruas, encontrar a parada, aquelas que são só a placa são difíceis de encontrar, isso interfere na decisão de usar o transporte público ou o particular.
- l. Não uso. O transporte público de porto alegre é uma piada quando se trata de atender aos deficientes e eu não tenho como pegar um ônibus sem ta pedindo ajuda pros outros, então pra não me estressar eu nem penso em usar.
- m. Eu uso as vezes, talvez umas 4/5 vezes por mês.
- n. Não uso mais o transporte público. Acho muito precário o serviço oferecido. Quando preciso sair uso táxi.
- o. Não porque é meio complicado estar usando o transporte público com um cão guia, parece que as pessoas e os veículos não estão preparados para isso.
- p. Sim, uso diariamente, menos finais de semana.
- q. Não utilizo. Quando saio vou para locais que ficam próximos de casa, é tranquilo ir a pé. Se preciso ir para locais mais distantes minha família me leva.
- r. Sim eu uso. Toda a semana praticamente.
- s. Eu uso umas 2/3 vezes por semana. Agora eu não preciso usar muito, mas continuo pra não perder o costume, depois preciso e não tenho mais vontade de usar, por isso uso o ônibus sem precisar.
- t. Uma vez por semana, mais ou menos.
- u. Eu uso às vezes, mas é muito pouco. Acho que umas 2 vezes por mês.

Você se sente confortável ao utilizar o transporte público?

- a. Como não uso não sai te responder.
- b. Não sei se me sentiria confortável, os serviços públicos são sempre tão precários, principalmente pra quem tem deficiência.

- c.** Como disse anteriormente, o transporte público de Porto Alegre é muito precário para as pessoas com deficiências visuais. Eu não me sinto confortável com o transporte de Porto Alegre.
- d.** Não é o melhor do mundo, mas me acostumei. São 3 anos que tenho essa rotina, no início não gostava muito mas com o tempo fui acostumando. Algo que me incomoda muito ainda é depender de outras pessoas, sempre fui um cara muito ativo, nunca ficava parado, e depender dos outros me incomoda muito. Sempre peço ajuda para alguém na hora de “parar” o ônibus e uma vez uma pessoa me indicou o ônibus errado, sorte que confirmei com o motorista se não nem sei onde tinha ido parar. Desde então sempre confirmo antes de embarcar.
- e.** Não, é muito ruim ter de depender de outras pessoas, nem todos são gentis.
- f.** Dificilmente eu me sinto confortável utilizando os serviços públicos, com o transporte não seria diferente. Pra falar a verdade, acho que dos serviços que uso, o transporte é o pior.
- g.** Não, nem um pouco. As vezes que usei foi muito ruim, os motoristas são muito mal educados, andam muito rápido, freiam brusco e não tem paciência com pessoas deficientes.
- h.** Agora não sei como esta a situação, mas quando eu usava eu até que gostava era divertido, foram bons anos aqueles.
- i.** Uhm, não sei responder essa questão, teria que pensar mais sobre isso. Se importa se eu pensar um pouco?... Então, quando estou dentro do ônibus não vejo problema nenhum, mas quando estou esperando o ônibus que é o problema. Eu fico muito ansioso porque não consigo ver qual ônibus que vem, e sempre fica aquela dúvida, será que vai ter alguém disposto a me ajudar a pegar o ônibus certo? Não me sinto confortável durante o processo de pegar (Identificar e parar) o ônibus, agora dentro do ônibus não vejo problema nenhum.
- j.** Não sei como responder isso. Não tenho experiência no assunto. Alguns amigos relatam que não gostam muito, acho que comigo não seria diferente.
- k.** Ahh é relativo também, depende do dia, mas acho que o transporte público poderia mudar e muito, ele não é muito agradável para deficientes.
- l.** Não nem pensar. Eu não preciso nem usar pra saber que não me sentiria confortável com transporte público.
- m.** Sim, eu sempre estou acompanhado da minha mulher. Ela que “para” o ônibus, que me ajuda a subir, que paga a passagem. Pra mim não tem problema usar o transporte público.
- n.** Não mesmo, se me sentisse confortável eu continuaria desfrutando do serviço, mas esse não é o caso. Utilizar o transporte público é muito complicado para quem não tem a visão. Identificar e subir no ônibus são um desafio, sem falar no processo de ficar “caçando” pessoas para te ajudar. Tenho alguns motoristas que já fiz amizade, é muito mais tranquilo e rápido ir nos lugares de taxi.
- o.** Não sei opinar nesta questão, pois não faço uso do mesmo.
- p.** Mais ou menos. Subir e descer do ônibus é complicado e perigoso. Pra saber qual ônibus pegar também é complicado.
- q.** Eu não me lembro de ter usado, não sei como responder isso de forma honesta.

r. Confortável é uma palavra forte. Só me sinto confortável na minha casa. Então não, não me sinto confortável. Em partes é por causa do serviço oferecido pela cidade. As paradas são mal sinalizadas, os ônibus não são padronizados, as vezes tem pessoas na paradas que fingem não estarem lá pra não ajudar, é engraçado isso, as pessoas acham que porque não conseguimos ver não sabemos o que acontece ao nosso redor, elas se esquecem que podemos sentir, que temos os outros sentidos funcionando muito bem. Mas depois de embarcar eu sou bem tratado, a maioria dos motoristas e cobradores são muito educados comigo.

s. Nunca me senti, acho que foi até por isso que estou usando menos.

t. Com o passar da idade tu aprende a não dar mais bola pras coisa, tu só vai lá e faz e se fica muito difícil deixa de fazer. Ainda uso o ônibus pra ir ao parque, mas já to cansando.

u. Quando se tem pessoas do bem ao seu redor você se sente confortável em qualquer lugar. O oposto também é válido.

Qual a maior dificuldade ao utilizar o transporte público?

a. Imagino que seja identificar qual ônibus que esta chegando, será que é o que eu preciso pegar?, entende?

b. Pra mim seria ir até a parada e saber qual ônibus pegar.

c. Não utilizo muito o transporte público, mas com certeza, para mim, seria depender e confiar em totais estranhos.

d. É depender dos outros. A maioria não esta disposto a te ajudar e sempre tem um pra te sacanear. É muito triste isso.

e. Acho que a maior dificuldade de um deficiente visual no geral é depender de outras pessoas. Quando eu enxergava era tudo muito mais fácil e eu nem fazia ideia disso, não dava valor sabe? Outro ponto que me incomoda é entrar e sair do ônibus, como eles não são padronizados cada vez é um acesso diferente e tem que ficar adivinhando a distancia dos degraus.

f. É não ver qual ônibus esta vindo, ficar sempre nessa angustia de como vou pegar o ônibus certo, será que vai ter alguém pra me ajudar? Questões deste tipo.

g. Acho muito ruim o despreparo dos motoristas eles são muito mal educados mesmo.

h. Não sei lhe responder porque não uso, mas caso eu usasse ficaria muito irritado de não poder identificar o ônibus que esta chegando.

i. É saber qual ônibus se aproxima, é bem angustiante. Geralmente as pessoas que me ajudam são solícitas, mas quando isso não acontece eu fico ainda mais angustiado.

j. Também não tenho experiência no assunto, mas imagino que, como não possuo a visão, seria como identificar qual o ônibus pegar.

k. É encontrar a parada e identificar o ônibus sozinha, é impossível fazer isso sem ajuda.

l. Com certeza é pegar o ônibus. Eu não gosto mesmo de pedir ajuda pros outros e, no transporte público, não tem outra maneira de usar sem pedir ajuda, isso me incomoda profundamente.

- m.** Não tenho, como comentei antes a minha mulher me ajuda, então não tenho obstáculos durante o processo.
- n.** É saber qual ônibus se aproxima, identificar o ônibus correto. Além de embarcar no ônibus, teve uma vez que fui subir, tropiquei e cai, machuquei as minhas pernas e mãos, foi horrível, sinto vergonha só em lembrar disso.
- o.** Como falei anteriormente, não sei opinar nesta questão pois não faço uso do mesmo.
- p.** Subir e descer do ônibus é perigoso porque os degraus não são padronizados e alguns são muito altos. Pra saber qual ônibus pegar também é complicado porque tenho que confiar na boa vontade de estranhos.
- q.** Como nunca usei, não sei precisamente, mas imagino que seja como sair na rua não sabendo o que acontece ao nosso redor, não poder ver qual ônibus se aproxima, saber se realmente estou na parada, essas coisas.
- r.** É todo o processo até embarcar no ônibus (Gargalhada). Achar a parada, encontrar alguém disposto a ajudar, tudo isso atrapalha.
- s.** é depender dos outros. Vou te dizer uma coisa, a pior parte de ser cego é depender dos outros, as vezes de pessoas que nem conheço e nem sei qual a cara da pessoa. Isso é muito ruim, ainda mais pra mim que era um cara independente. Demorei muito pra me acostumar com a minha nova realidade.
- t.** É ficar esperando sem saber o que acontece ao redor e sem ter alguém pra conversar. Com o passar dos anos subir e descer degraus também é muito difícil. Os degraus dos ônibus são muito altos.
- u.** Nunca usei o transporte público sozinho não sei lhe responder com precisão esta questão.

Se alguma condição fosse melhorada, em relação ao transporte público, você o usaria com mais frequência?

- a.** Não sei te responder, estou muito acostumado com a minha rotina sabe, são 24 anos que perdi a visão e uso o carro pra sair, não sei se o transporte público me agrada.
- b.** Ainda estou me acostumando com a minha condição, mas se fosse mais seguro sair na rua e usar o transporte público, eu sairia mais sim.
- c.** Se existisse a possibilidade de usar os ônibus sem precisar da ajuda de outros eu usaria mais sim, iria economizar uma grana com o Táxi.
- d.** Facilitaria muito a minha vida, mas independente de mudar ou não eu preciso deste serviço. Se o serviço oferecido fosse melhor eu utilizaria o transporte público muito mais feliz.
- e.** Com certeza, eu estaria muito mais feliz usando o ônibus. Não precisa ser uma grande mudança sabe, só tendo motoristas mais treinados já me sentiria melhor.
- f.** Não usaria mais porque já uso frequentemente, mas com certeza me sentiria muito mais segura e mais leve.
- g.** Ah, é uma boa pergunta. Não sei te responder, estou muito acostumado a usar o carro ou ir a pé, mas acho que usaria sim. Gostamos de fazer alguma coisa quando somos tratados como um ser humano normal.

- h. Dificilmente usaria, sou velho, não tenho mais condições de fazer essas coisas.
- i. Eu não usaria mais porque já uso muito, mas dependendo da melhoria eu me sentiria muito mais tranquilo em utilizar o serviço.
- j. Não mudaria minha rotina. Já estou acostumada a utilizar o Táxi, não sei se me adaptaria ao transporte público.
- k. Com certeza, se eu pudesse pegar o ônibus sem precisar ficar pedindo ajuda eu usaria mais sim.
- l. Se tivesse como eu usar o transporte sem depender de alguém eu usaria sim.
- m. Acho que para mim não influenciaria em nada. As vezes que uso estou acompanhado e não tenho interesse de usar sozinho, não faria diferença.
- n. Se o transporte público “morresse e nascesse” de novo, com certeza (risos). Brincadeira. Falando sério agora, se o processo como um todo fosse melhorado eu usaria com mais frequência sim.
- o. Se tivesse adaptações para mim e meu cão eu passaria a usar.
- p. Não usaria mais porque já uso diariamente, por outro lado, se tivesse mudanças que agregassem para nós, eu usaria o serviço mais feliz e seguro.
- q. Acho que não. Pra ir nos locais que frequento não preciso do transporte público para chegar até lá.
- r. Não já uso bastante. Agora se tu arranjasse um jeito de eu dirigir de novo eu ia usar o carro todo o dia, não importa o preço da gasolina (risos).
- s. Provavelmente não, já to ficando velho, eu não me sinto mais como antigamente, não tenho mais as mesmas vontades, não quero mais me desafiar, entende? Prefiro ficar no meu canto sem pensar em nenhum problema.
- t. Não, já to pensando em parar.
- u. Dificilmente, eu não saio muito da paróquia e quando preciso sempre tem uma boa alma que me oferece carona.

Você sugere alguma melhoria no transporte público?

- a. Me baseando em outros pontos da minha vida, sugeriria melhorias na questão da sinalização/identificação de lugares e obstáculos.
- b. Acho que a segurança, as ruas no geral poderiam ser mais seguras para que não vê. São muitos obstáculos e não saber o que esta acontecendo ao redor é aterrorizante.
- c. Eu gostaria que o transporte público oferece mais independência aos deficientes visuais, e também que as paradas fossem melhor sinalizadas, nem todas possuem sinalização tátil, isso é ruim.
- d. Identificar e parar o ônibus sem precisar de ajuda seria muito bom.
- e. Acho que vale muito a pena investir em treinamento dos funcionários, não é generalizando, mas nem sempre eles estão preparados para receber pessoas diferentes. Meu sonho, também, é voltar a usar o ônibus sem depender dos outros, mas não sei se vou estar ainda viva para viver esse momento.
- f. O grande problema pra mim é identificar os ônibus, então acho que algo nesse sentido.

- g.** Acho que é investir mais em treinamento e fiscalização, pros motoristas não acharem que podem tratar as pessoas como qualquer coisa.
- h.** Talvez melhorar o modo de identificar os ônibus, eu não uso, mas ficaria muito irritado se precisasse usar e não conseguisse fazer isso sozinho.
- i.** Investir na questão da identificação do ônibus. Existem muitas tecnologias hoje não deve ser difícil fazer isso. Já tentei usar um aplicativo com a síntese de voz sabe? Mas eu não me adaptei. Ele não era preciso e tenho muito medo de ficar usando o celular me locais públicos.
- j.** Como dica poderia ser o fato de como identificar qual ônibus de aproxima, mesmo pessoas com baixa visão possuem dificuldade com isso. Outro ponto seria a questão do embarque/desembarque nos ônibus. Acho que isso atrapalha bastante.
- k.** Fazer com que cegos consigam pegar o ônibus sem precisar ficar pedindo ajuda para estranhos, isso seria um sonho, nossa!
- l.** Pegar o ônibus sozinho, inventar alguma coisa que nos ajudasse a fazer isso.
- m.** No momento não consigo pensar em nada, talvez depois me venha algo em mente.
- n.** Algo no sentido de nos ajudar a identificar e subir nos ônibus sem ta dependendo muito de outras pessoas para isso. Sei que, como sendo deficientes, precisamos de ajuda em certos momentos, mas estar fazendo isso toda hora não é muito agradável.
- o.** Algo relacionado a acomodação de cães guias e na identificação do ônibus que se aproxima da parada.
- p.** Talvez estabelecer um padrão para os degraus de entrada e saída dos ônibus. E também criar algum tipo de computador que ficasse nas paradas e ajudasse aos cegos, a saber, qual ônibus se aproxima sem precisar pedir ajuda.
- q.** Acho que algo que ajudasse a identificar o que esta acontecendo ao redor na parada.
- r.** (pausa) Alguma coisa que ajudasse a ter mais independência pra usar o transporte. Eu sou uma pessoa normal como qualquer uma, tem dias que levanto da cama e não quero falar, depender de ninguém, mas como eu tenho uma limitação sou obrigado a passar por cima disso e fazer o que não tenho vontade. Ter mais independência e não precisar falar com outras pessoas em certos dias seria excelente.
- s.** O que propriamente dito não sei, mas algo no sentido oferecer mais independência.
- t.** Não sei. (pausa) Alguma coisa que ajudasse a passar o tempo na parada.
- u.** Algo que trouxesse mais felicidade e conforto para nossos irmãos.

APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM A EPTC

QUETIONÁRIO EMPRESA PÚBLICA DE TRANSPORTE E CIRCULAÇÃO

Vocês possuem os dados de quantas pessoas/usuários com deficiência visual utilizam o sistema de transporte público de Porto Alegre?

R: 995 beneficiários cadastrados

Existe alguma legislação (nacional, estadual ou municipal) que considere a inclusão do deficiente visual e/ou estabeleça parâmetros mínimos para o serviço do transporte público de passageiros oferecido pela cidade? Existe algum tipo de fiscalização?

R: Nacional

Lei 10048/2000 – Prioridade de atendimento às pessoas com deficiência

Lei 10098/2000 – Estabelece normas gerais e critérios básicos para promoção da acessibilidade às pessoas com deficiência e mobilidade reduzida

ABNT NBR 14022/2011 - Dispõe sobre as especificações de acessibilidade em veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros.

ABNT NBR 15.570/2011 - Apresenta as especificações técnicas para a fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros.

PORTARIA 360 do INMETRO, de 12 de julho de 2009.

Municipal

Resolução SMT 01/2014, que estabelece critérios para alteração na frota de ônibus

Lei 11.277 e Decreto 18.095), a qual prevê nos coletivos assentos exclusivos para pessoas com deficiência, idosas ou com mobilidade reduzida.

DECRETO 5296 /2004

Em relação à Fiscalização:

* Fiscalização quando da confecção do veículo;

* Inspeção veicular regular em toda a frota;

* Fiscalização Operacional de Transporte da EPTC, (veículos em operação e/ou garagens)

Os veículos (ônibus ou ônibus lotação) do transporte público de Porto Alegre são equipados com algum tipo de dispositivo de localização? GPS, por exemplo.

R: Esta tecnologia já está prevista no edital de Licitação, entretanto ainda não está implementada, encontrando-se atualmente na fase de apresentação do Projeto Executivo por parte dos Operadores.

Os veículos (ônibus ou ônibus lotação) são equipados com sistema de som?

R: Não, pois a legislação Municipal atual não prevê a utilização de sistema sonoro dentro dos coletivos.

Existe algum projeto em andamento pela EPTC que contemple a acessibilidade das pessoas com deficiência visual aos veículos (ônibus ou ônibus lotação) de Porto Alegre?

R: O projeto em desenvolvimento pelas Empresas para informação ao usuário, exigência do Edital de Licitação do Transporte Coletivo, prevê acessibilidade para deficientes visuais.

Existe um projeto para padronizar as paradas de ônibus de Porto Alegre? Sim, não, por quê?

R: Sim, entretanto não haverá um único modelo, pois existem tipos de abrigo para Estações de Corredor de ônibus, Terminais, e em relação a Pontos de Parada, estes dependem do espaço nas calçadas, alterando assim, as dimensões.

Os funcionários dos veículos (ônibus ou ônibus lotação) são treinados para atender as pessoas com deficiência visual?

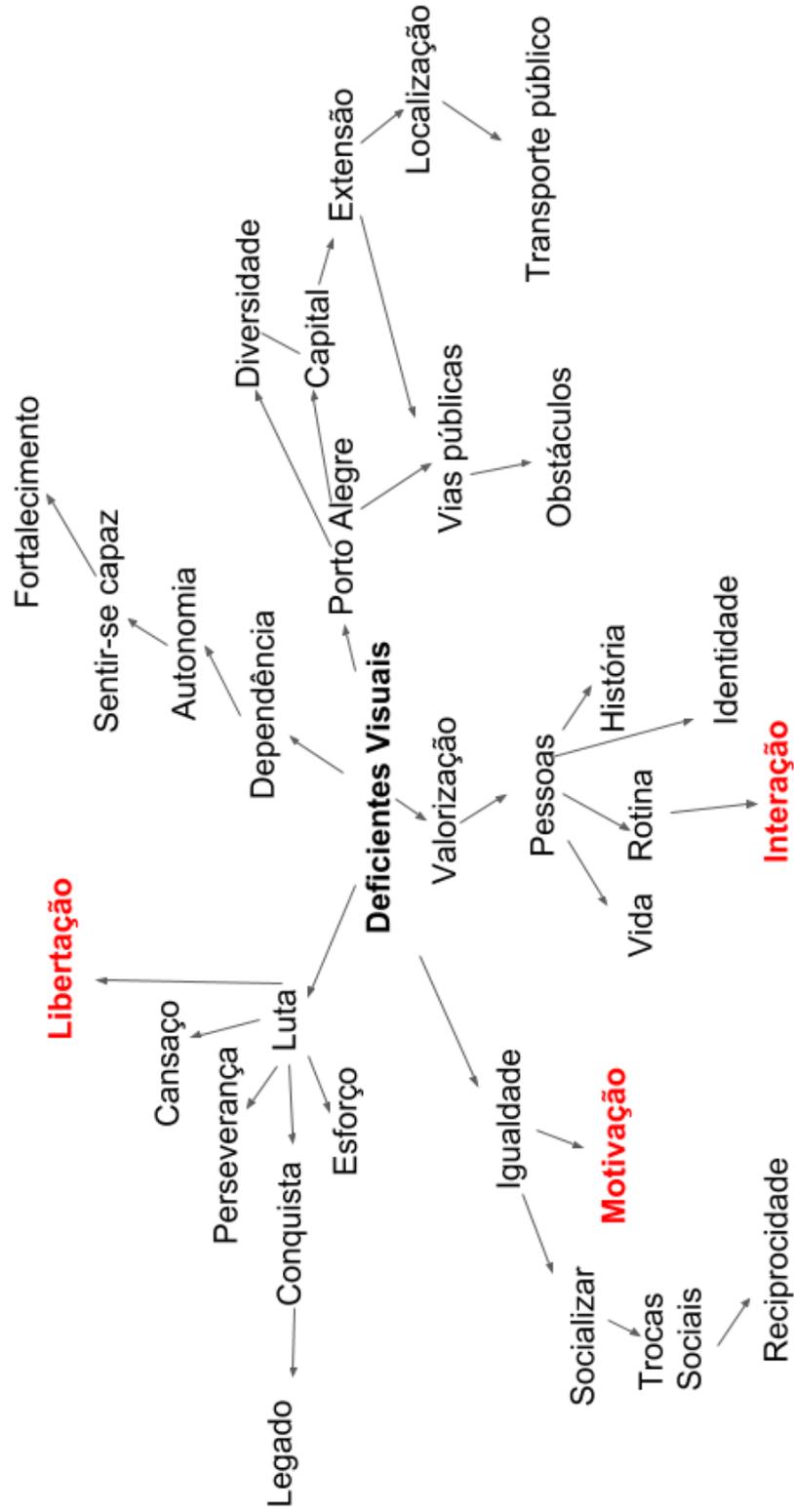
R: Sim, é uma exigência que toda tripulação receba treinamento, quando do ingresso e cursos de atualização e reciclagem,

As empresas de transporte estariam dispostas a implementar um sistema que facilitasse a utilização do transporte por pessoas com deficiência visual?

R: Sim, como informado anteriormente, o sistema de informação ao usuário de Ônibus (SIU) deve contar com acessibilidade para deficientes visuais.

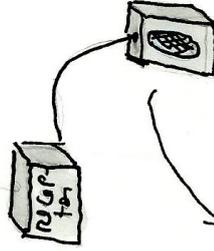
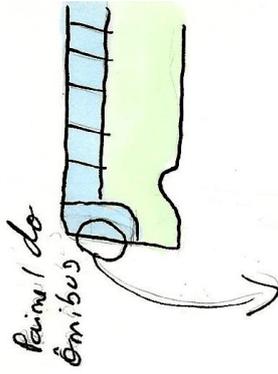
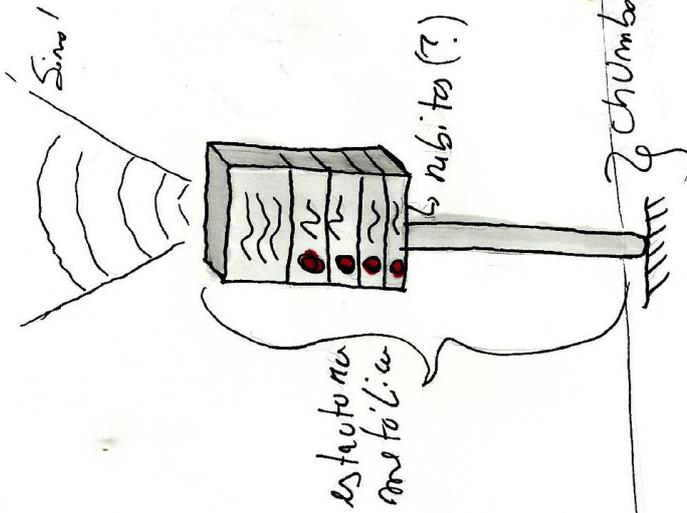
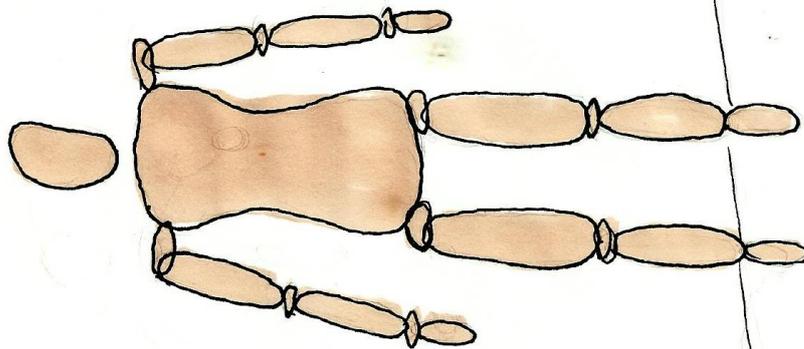
Att,

APÊNDICE C – MAPA MENTAL, ANÁLISES PARA A CRIAÇÃO DO CONCEITO.



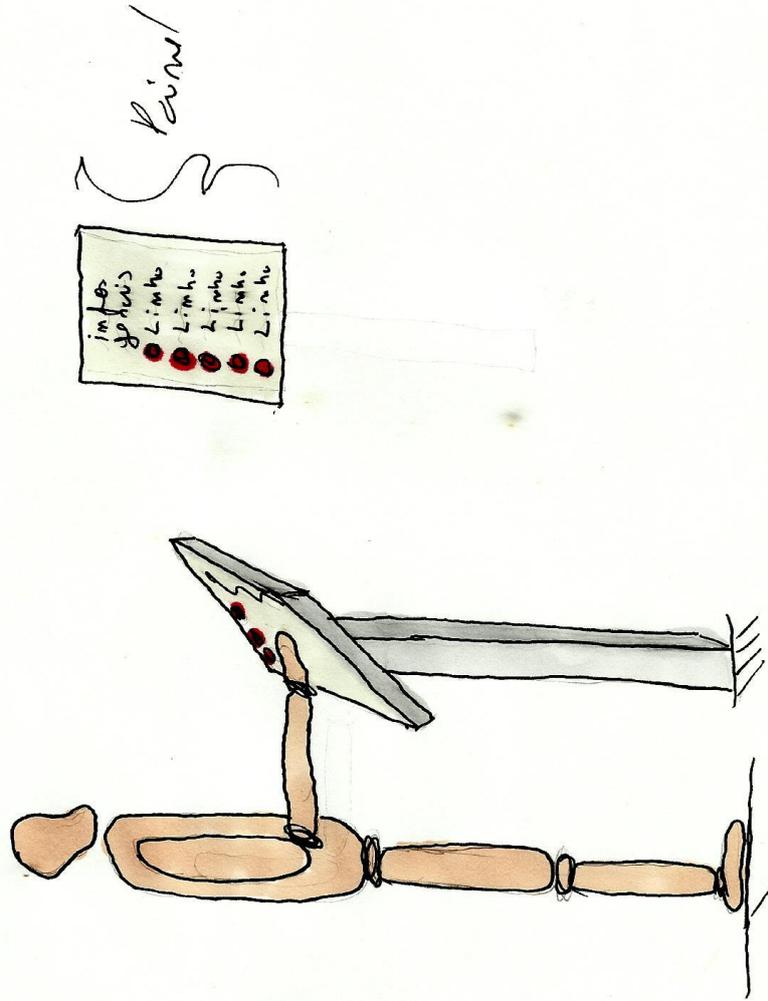
APÊNDICE D – RASCUNHOS DAS ALTERNATIVAS GERADAS

Final do Próximo a Penada

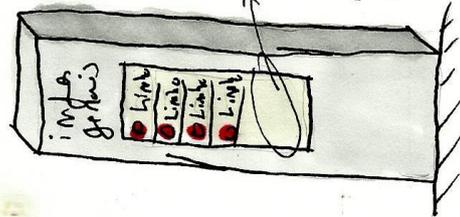
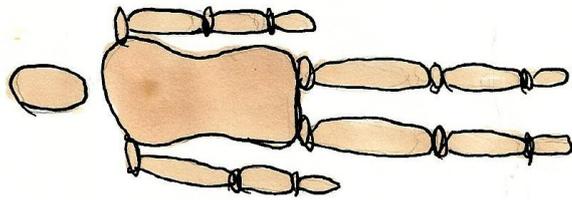


→ Apita o motorista indicando Penada
→ Aa Penon indica, repetida-
mente, o mesmo momento
de limbo.

Sinal comunicador receptor fixado no
Arbore

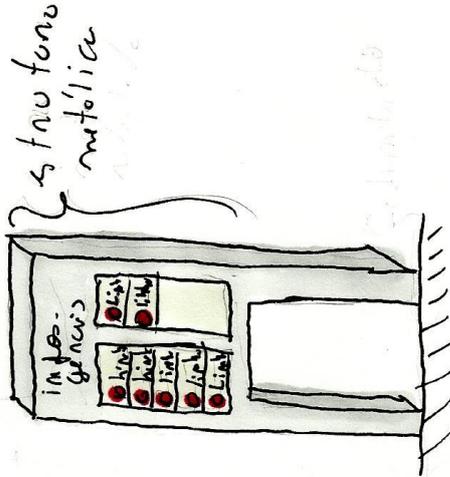


1) Ao selecionar a linha, em receptor
 localizado no painel do veículo recebe o sinal
 e o motorista é avisado sobre a parada
 do veículo no próximo ponto. Sinal
 somente no parte do veículo a qual ped
 esta o mesmo.



Esse tipo de Vne
 de "cobrança" mais
 módulos (limpas)
 caso haja necessidade

2)



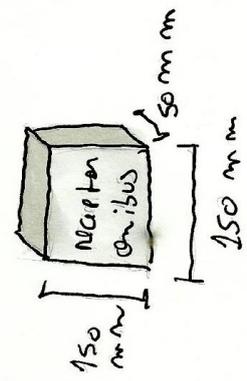
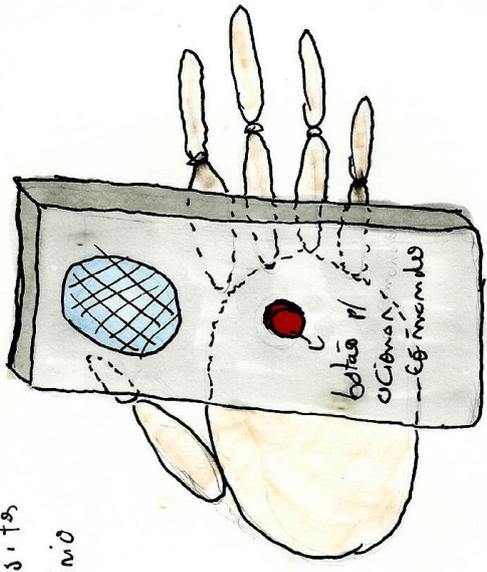
estrutura metálica

PROBLEMA: Programação => trabalho de ponte elétrica e de programação
 muito maior que o trabalho de "cruar" a ponte formal

Funciona por comando de voz.
 A PCO greva as linhas que utilizam, quando
 no modo ocioso o botão e solta a penola
 do limbo.

Manual, cede PCO ter o Sen

logos dos requisitos
 de projeto / usuário



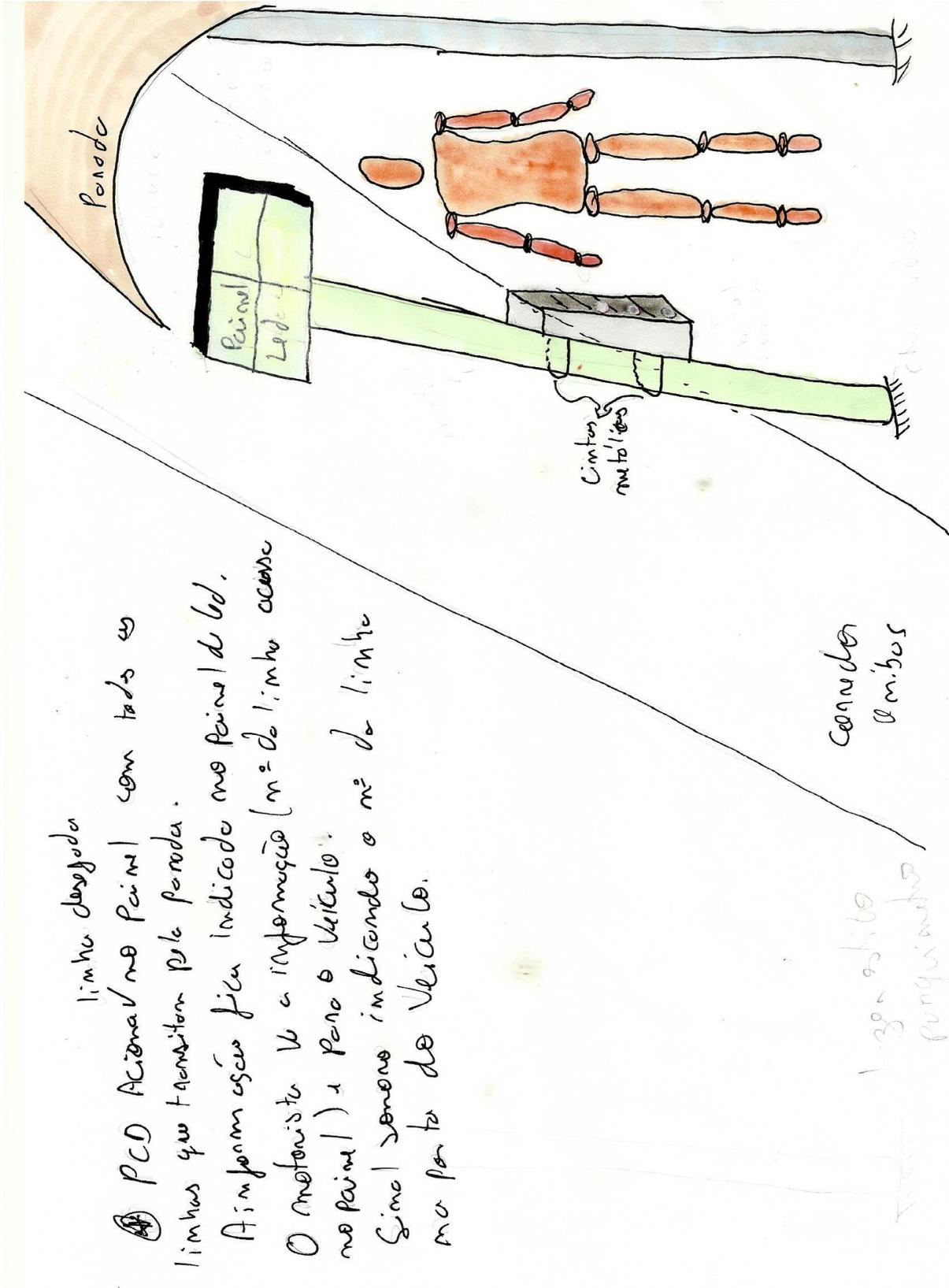
limite desajuda

④ PCD Acionável no Painel com todos os
 limites que transitam pela Peroda.

A informação é fixa indicada no Painel de Led.

O motorista vê a informação (nº do limite aceite
 no Painel) e Perce o Veículo.

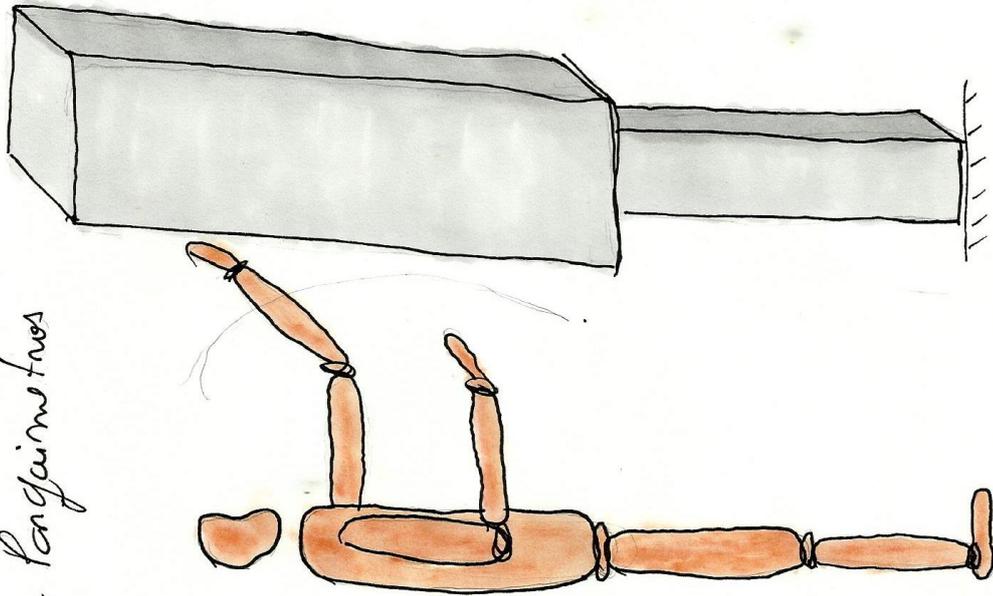
Sinal sonoro indicando o nº do limite
 na porta do Veículo.



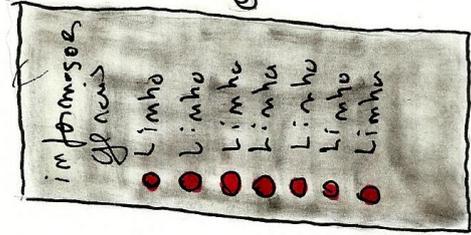
Conceder
 o mibus

lugar estivo
 purquiambos

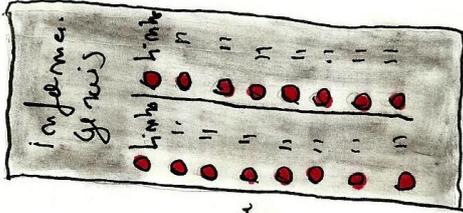
Libro Pergaminos



peiml

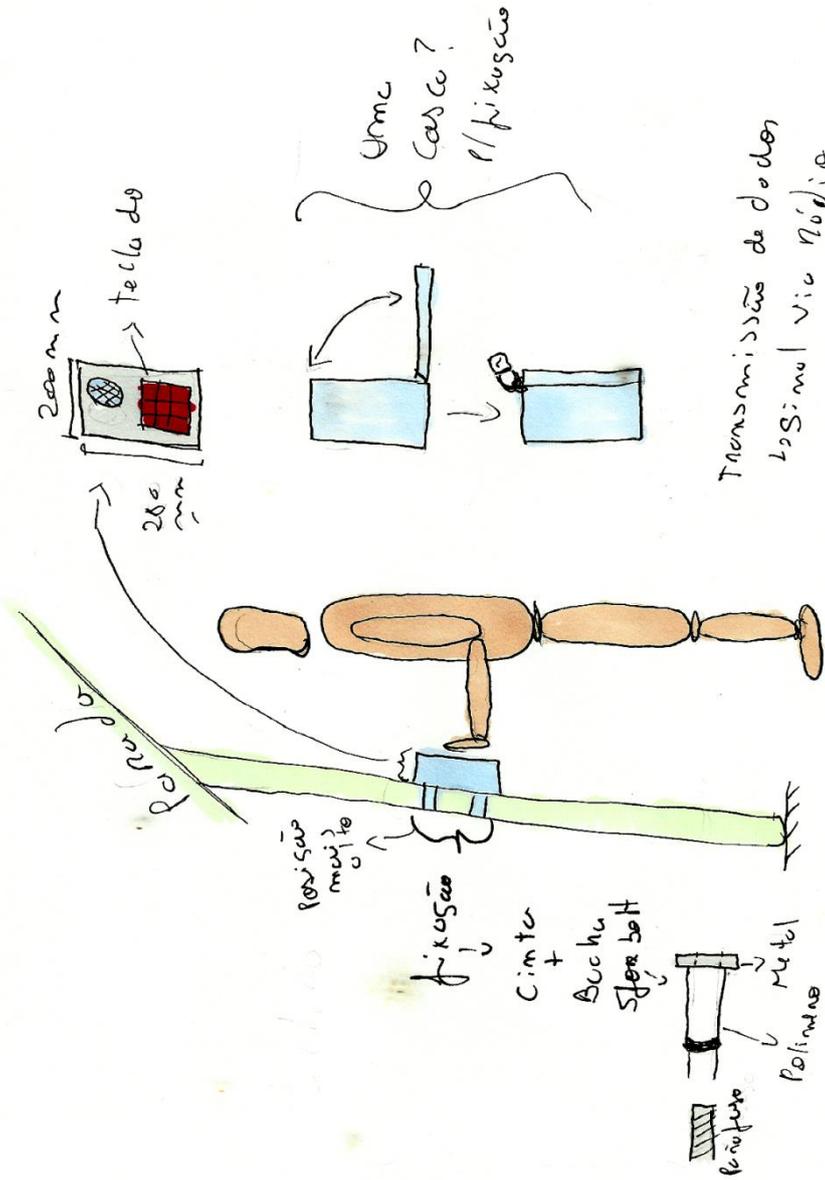


Qu



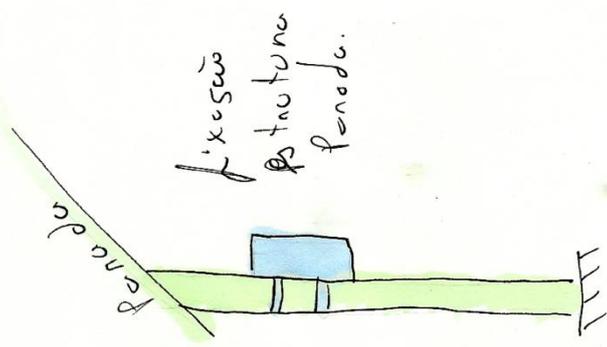
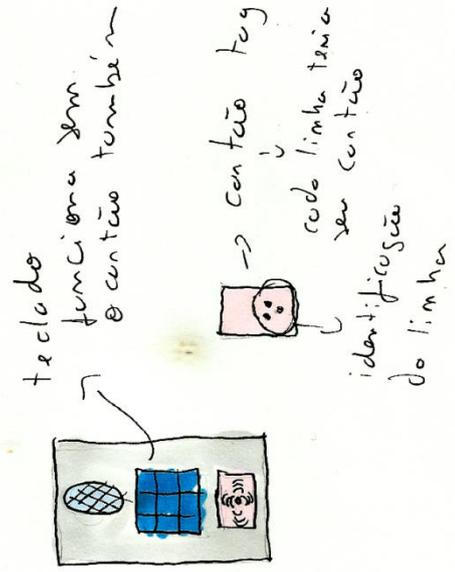
↓
 fundo Preto
 com traço Branco e
 Amarelo

Mais compacto.



com tags

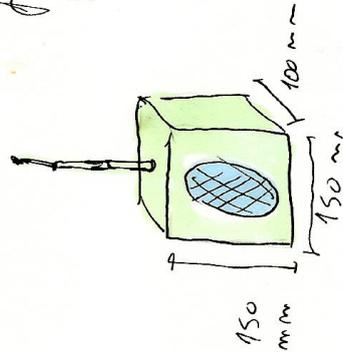
transmissão de vídeo
↳ via áudio.



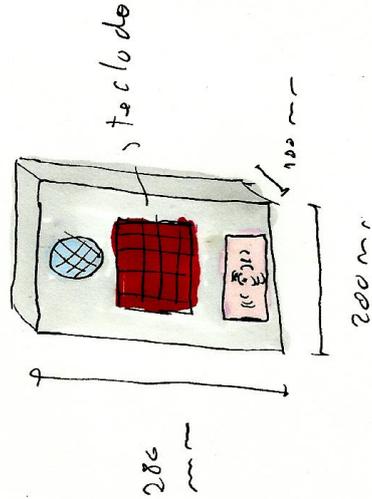
2 componentes.

Receptor (Ônibus)
rádio

fixado no
painel do
ônibus



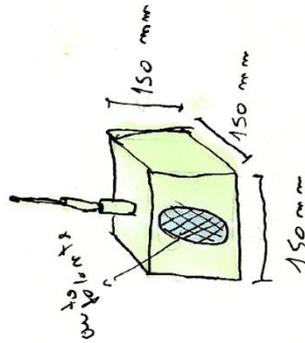
Transmissor (Ranada)
rádio



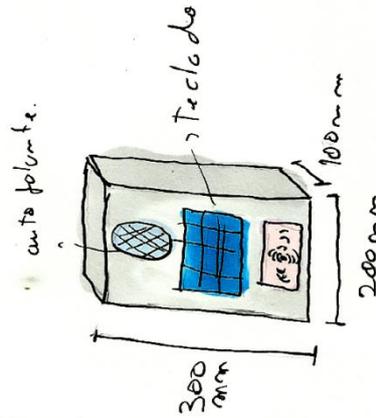
Cada PCB tem contão fog com as linhas
mais utilizadas.

3 componentes

Receptor (ônibus)
rádio

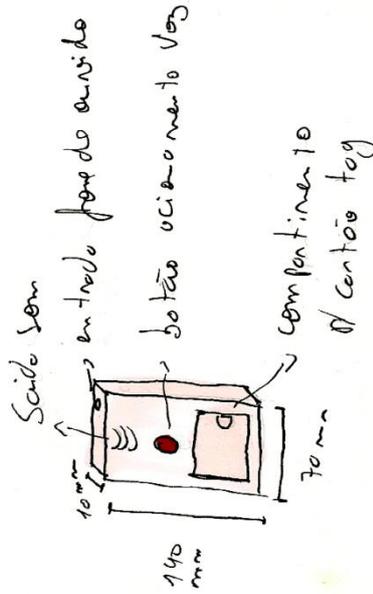


Transmissão (ônibus)
rádio + GPS



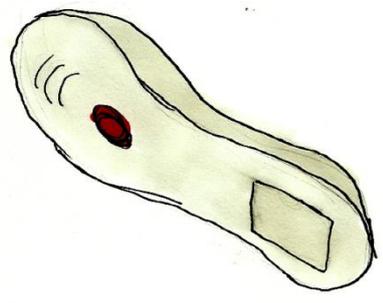
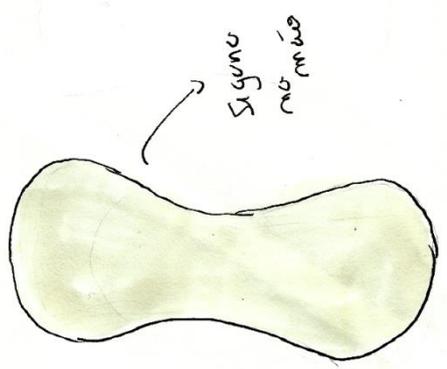
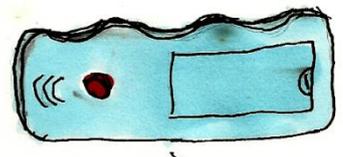
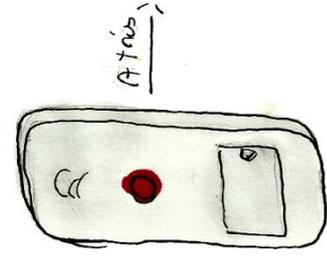
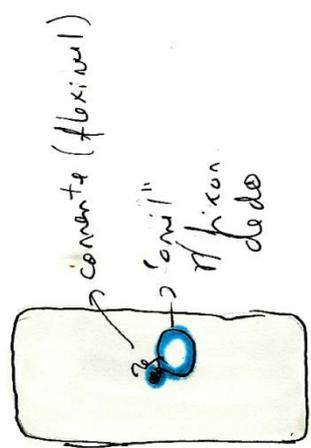
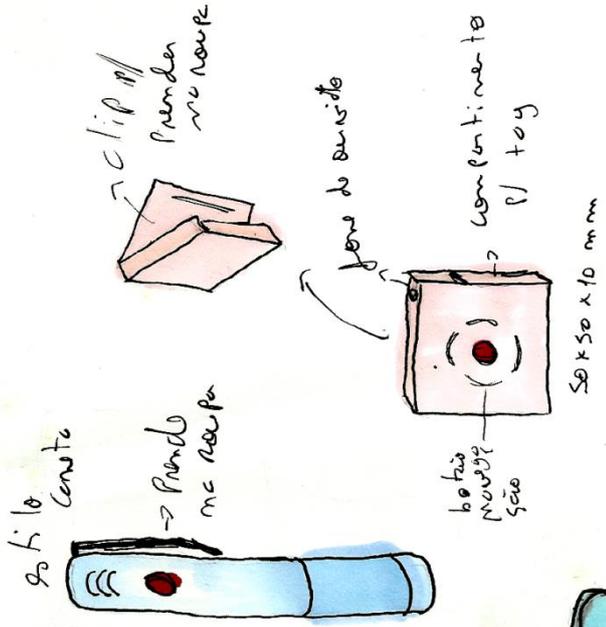
fixado no estrutura
dos Perceiros

GPS (movel -> fixo PC)

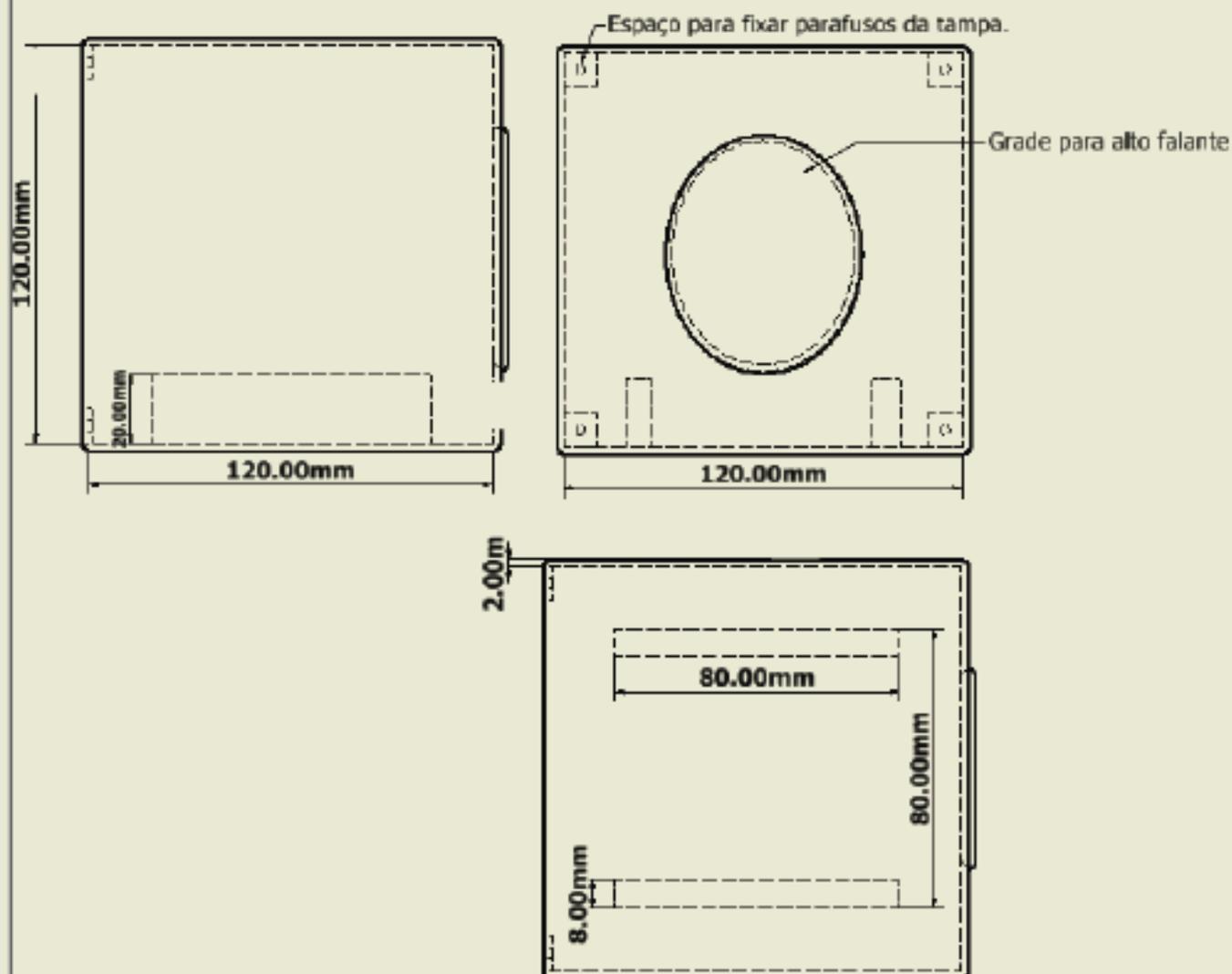


Modulos aproximados
Posicionados no PC
conforme forma.

formas P/ GPS (movel -> fixa PCD)



APÊNDICE E – DESENHOS TÉCNICOS



UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto

Claudia Bagatini

Dispositivo que Auxilie Pessoas com Deficiência Visual a Utilizar o Transporte Público

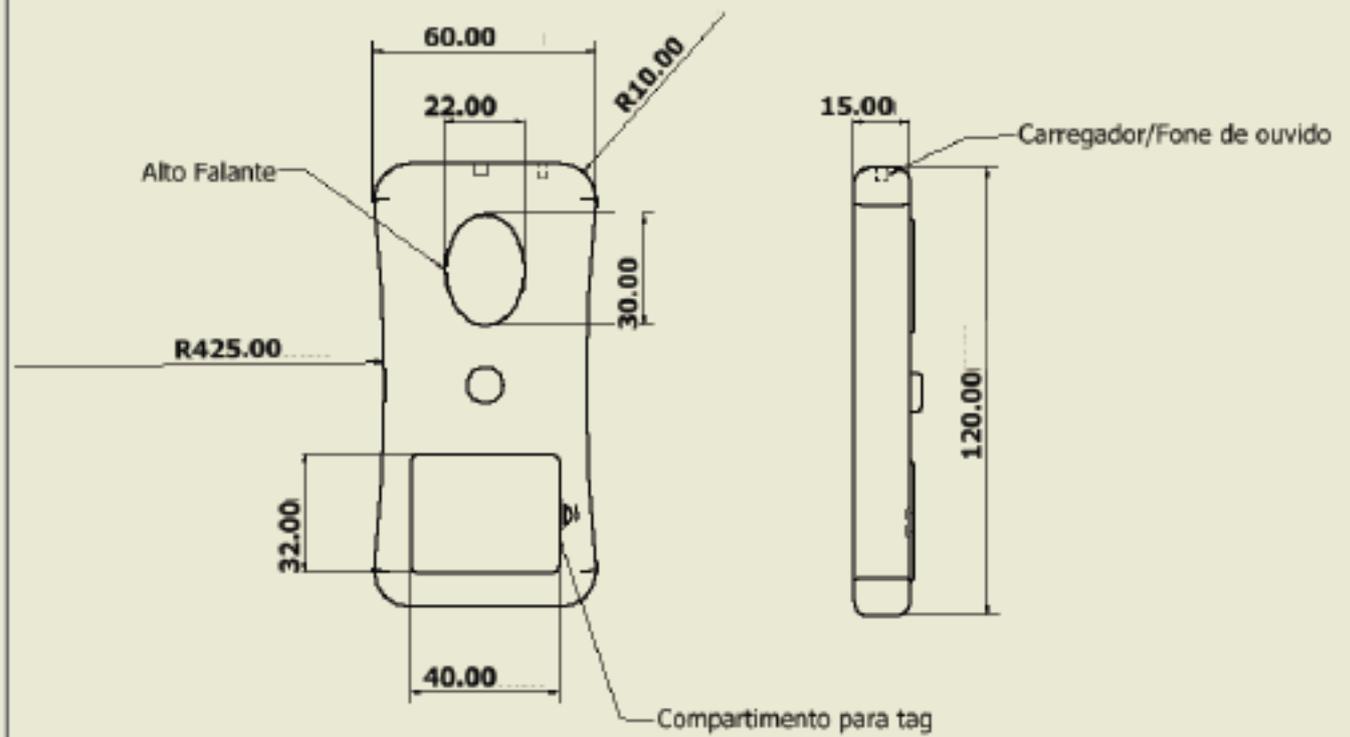
Receptor

PRANCHA

Unidade: mm

Escala 1:2

1/3



UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso - Design de Produto

Claudia Bagatini

Dispositivo que Auxilia Pessoas com Deficiência Visual a Utilizar o Transporte Público

Módulo Móvel

Unidade: mm

Escala 1:2

PRANCHA

3/3

APÊNDICE F – RASCUNHO SIMPLIFICADO DA PARTE ELETRÔNICA

