

Caio Henrique Marques Texeira

**DESENVOLVIMENTO DE BENGALA ELETRÔNICA NACIONAL
COM POSSIBILIDADE DE COMUNICAÇÃO COM TECNOLOGIAS
EXISTENTES EM *SMART CITIES* PARA PESSOAS COM BAIXA
VISÃO E CEGUEIRA**

Trabalho de Produção Intelectual
apresentado à Universidade Federal de São
Paulo – Escola Paulista de Medicina, como
requisito parcial para obtenção do título de
Tecnólogo Oftálmico

São Paulo

2018

Caio Henrique Marques Texeira

**DESENVOLVIMENTO DE BENGALA ELETRÔNICA NACIONAL
COM POSSIBILIDADE DE COMUNICAÇÃO COM TECNOLOGIAS
EXISTENTES EM *SMART CITIES* PARA PESSOAS COM BAIXA
VISÃO E CEGUEIRA**

Trabalho de Produção Intelectual
apresentado à Universidade Federal de São
Paulo – Escola Paulista de Medicina, como
requisito parcial para obtenção do título de
Tecnólogo Oftálmico

Orientador:

Prof. Dr. Vagner Rogério dos Santos

São Paulo

2018

Texeira, Caio Henrique Marques

Desenvolvimento de bengala eletrônica nacional com possibilidade de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities* para pessoas com baixa visão e cegueira / Caio Henrique Marques Texeira. - São Paulo, 2018.

XIV, 78f.

Trabalho de conclusão de curso (graduação em Tecnologia Oftálmica) – Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, 2018.

Título em inglês: Prototype development of national electronic cane with possibility of communication with existing technologies in Smart Cities for low vision and blindness people

Caio Henrique Marques Texeira

**DESENVOLVIMENTO DE BENGALA ELETRÔNICA NACIONAL
COM POSSIBILIDADE DE COMUNICAÇÃO COM TECNOLOGIAS
EXISTENTES EM *SMART CITIES* PARA PESSOAS COM BAIXA
VISÃO E CEGUEIRA**

Apresentada em 03 de dezembro de 2018

Presidente da Banca

Profa. Dra. Norma Allemann

Banca Examinadora

Prof. Dr. Filipe de Oliveira

Profa. Dra. Adriana Berezovsky

Prof. Dr. Octaviano Magalhães Junior

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, por toda a compreensão e amor durante este período de minha vida, especialmente à minha mãe, que, com muito amor, sem medir esforços, esteve sempre ao meu lado, torcendo por mim, me apoiando nas minhas decisões, me aconselhando com muita sabedoria e me incentivando a crescer.

Agradecimentos

A Deus, pela vida e sustento em todos os momentos da minha existência.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vagner Rogério dos Santos por acreditar na minha capacidade, no meu potencial e aceitar me orientar durante estes quase dois anos; por me fazer entender que não há nada difícil, tudo é questão de esforço e disciplina; por me incentivar a me desenvolver intelectualmente; por estar sempre aberto a novas possibilidades pela disposição e paciência quase inesgotáveis nos momentos de orientação; e pela amizade.

Aos meus amigos, pelos momentos de descontração, alegria, força e aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Iniciação Tecnológica e Industrial-A concedida durante os anos de 2017 e 2018.

SUMÁRIO

	DEDICATÓRIA.....	v
	AGRADECIMENTOS.....	vi
	LISTA DE FIGURAS.....	x
	LISTA DE TABELAS.....	xii
	RESUMO.....	xiii
	ABSTRACT.....	xiv
1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência.....	2
1.2	Baixa Visão e Cegueira.....	2
1.2.1	Epidemiologia.....	2
1.2.1.1	No mundo.....	2
1.2.1.2	No Brasil.....	3
1.2.2	Aspectos sociais da pessoa com baixa visão ou cegueira.....	4
1.3	Tecnologia Assistiva.....	5
1.3.1	Tecnologias assistivas de mobilidade para pessoas com baixa visão ou cegueira.....	6
1.4	<i>Smart Cities</i>	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo principal.....	12
2.2	Objetivos específicos.....	12
3	MÉTODOS.....	13
3.1	Breve apresentação do estudo.....	14
3.2	Aspectos éticos.....	14
3.3	Delineamento do estudo.....	14
3.4	Desenvolvimento do estudo.....	14
3.4.1	Especificação do <i>hardware</i> e elaboração do <i>software</i> utilizados para a fabricação do protótipo.....	14
3.4.2	Validação em bancada os <i>hardware</i> e <i>software</i> utilizados para fabricação do protótipo.....	15
3.4.3	Modelagem e produção por manufatura aditiva das partes mecânicas do protótipo.....	15

3.4.4	Integração dos elementos do protótipo (<i>hardware</i> , <i>software</i> e partes mecânicas).....	16
3.4.5	Estabelecimento da conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em <i>Smart Cities</i>	18
3.4.6	Validação preliminar do protótipo em ambientes interno e externo	19
4	RESULTADOS.....	21
4.1	Especificação do <i>hardware</i> e elaboração do <i>software</i> utilizados para a fabricação do protótipo.....	22
4.1.1	<i>Hardware</i>	22
4.1.2	<i>Software</i>	23
4.2	Validação em bancada os <i>hardware</i> e <i>software</i> utilizados para fabricação do protótipo.....	24
4.3	Modelagem e produção por manufatura aditiva das partes mecânicas do protótipo.....	25
4.4	Integração dos elementos do protótipo (<i>hardware</i> , <i>software</i> e partes mecânicas).....	27
4.5	Estabelecimento da conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em <i>Smart Cities</i>	29
4.6	Validação preliminar do protótipo em ambientes interno e externo	29
5	DISCUSSÃO.....	32
6	CONCLUSÃO.....	35
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
8	ESTÁGIOS E ATIVIDADES COMPLEMENTARES REALIZADOS PELO ALUNO.....	41
8.1	Cursos.....	42
8.2	Visitas monitoradas.....	43
8.3	Participação em evento como ouvinte.....	43
8.4	Trabalhos apresentados em congressos.....	44
8.4.1	Como primeiro autor.....	44
8.4.1.1	Apresentações de pôsteres.....	44
8.4.1.2	Apresentações orais.....	48
8.4.2	Como co-autor.....	49
8.4.2.1	Apresentações de pôsteres.....	49

8.5	Organização de evento.....	49
8.6	Aula ministrada em evento.....	49
8.7	Ações sociais.....	50
8.8	Prêmios.....	50
8.9	Estágios.....	50
ANEXOS	ANEXOS.....	52
Anexo 1	Parecer do comitê de ética institucional.....	53
Anexo 2	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	55
Anexo 3	Questionário para validação do protótipo.....	58
Anexo 4	Pedido de depósito de patente do trabalho “Bengala branca eletrônica nacional com interface de comunicação com tecnologias existentes em <i>Smart Cities</i> ” junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica da UNIFESP.....	59
Anexo 5	Registro da marca nominal <i>Smart Mobb</i> [®]	60
Anexo 6	Registro de domínios da <i>Smart Mobb</i> [®]	61
Anexo 7	Artigo publicado na <i>JOJ Ophthalmology</i> como primeiro autor.....	62
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	63

Lista de Figuras

Figura 1	População com deficiência visual segundo seu rendimento nominal mensal.....	4
Figura 2	Alguns auxílios ópticos utilizados em baixa visão.....	5
Figura 3	Bengalas longas.....	7
Figura 4	Bengalas eletrônicas.....	8
Figura 5	<i>Wayfinder</i> [®]	9
Figura 6.	Exemplo de funcionamento do programa de modelagem tridimensional <i>FreeCAD</i> [®]	15
Figura 7.	Exemplo de configuração para produção por manufatura aditiva.....	16
Figura 8.	Fluxograma de integração dos componentes do protótipo.....	17
Figura 9.	Exemplo de aplicação da plataforma <i>ThingsBoard</i> no tráfego urbano.....	18
Figura 10.	Interface do aplicativo <i>Owntracks</i> [®]	19
Figura 11.	Trajetos percorridos pelos voluntários durante a validação em ambiente externo.....	20
Figura 12.	Fragmento do <i>software</i> responsável pelo funcionamento do protótipo.....	24
Figura 13.	Simulação do sistema proposto.....	24
Figura 14.	Validação em bancada dos <i>hardware</i> e <i>software</i> utilizados na fabricação do protótipo.....	25
Figura 15.	Modelos tridimensionais desenhados no programa de modelamento.....	26
Figura 16.	Produção por manufatura aditiva dos modelos tridimensionais da parte mecânica do protótipo.....	26
Figura 17.	Integração dos elementos do protótipo.....	27
Figura 18.	Protótipo concluído.....	27
Figura 19.	Diferentes vistas do protótipo concluído.....	28
Figura 20.	Geolocalização do protótipo (<i>Smart Mobb</i> [®]).....	29

Figura 21.	Validação preliminar do protótipo em ambiente interno...	29
Figura 22.	Validação preliminar do protótipo em ambiente externo...	30
Figura 23.	Geolocalização do protótipo durante a validação em ambiente externo.....	31
Figura 24.	Certificados de participação nos curso “Arduino:LEDs” e “Modelagem e Impressão 3D (Começando do zero)” no Fab Lab.....	42
Figura 25.	Certificado de participação no curso “Estratégias pedagógicas: Deficiência Visual” na Fundação Dorina Nowill para Cegos.....	43
Figura 26.	Pôster apresentado no III Congresso Acadêmico da UNIFESP.....	45
Figura 27.	Pôster apresentado na XXXII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental (FeSBE).....	46
Figura 28.	Pôster apresentado no <i>19th Research Days</i> do Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais da UNIFESP.....	47
Figura 29.	Pôster apresentado no IV Congresso Acadêmico UNIFESP.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	População brasileira com deficiência visual.....	3
Tabela 2 -	Bengalas longas disponíveis no mercado nacional.....	7
Tabela 3 -	Bengalas eletrônicas disponíveis no mercado nacional e internacional.....	8
Tabela 4 -	<i>Hardware</i> do protótipo.....	12

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de bengala eletrônica nacional para pessoas com baixa visão e cegueira. **Métodos:** 1- Foi especificado o *hardware* e elaborado o *software* a serem utilizados no protótipo. 2- Estes *hardware* e *software* foram validados em bancada. 3- Foram modeladas e produzidas por manufatura aditiva as partes mecânicas do protótipo. 4- Foram integrados os elementos do protótipo. 5- Foi estabelecido conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em *Smart Cities*. 6- O protótipo foi validado preliminarmente em ambientes interno e externo. **Resultados:** A integração dos elementos do protótipo foi realizada da seguinte maneira: inicialmente, o *hardware* e *software* foram integrados para garantir a funcionalidade do protótipo, esse sistema (*hardware* e *software*) foi embarcado na bengala longa e, em seguida, foi feito o acoplamento das partes mecânicas do protótipo. Com isso, validou-se o protótipo em bancada. Após isso, foi estabelecida a conexão com tecnologias utilizadas em *Smart Cities* por meio de uma plataforma de *IoT*, que, em conjunto com um dispositivo de telefonia móvel, permite a geolocalização do protótipo. **Conclusão:** Foi possível desenvolver um protótipo de bengala eletrônica nacional para pessoas com baixa visão e cegueira. Estudos futuros pretendem aprimorar o protótipo de forma a se tornar um produto a ser comercializado.

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this work was to develop a national electronic cane prototype for low vision and blind people. **Methods:** 1 - The hardware was specified and the software to be used in the prototype was elaborated. 2- These hardware and software were validated on bench tests. 3- The mechanical parts of the prototype were modeled and produced by additive manufacture. 4- The elements of the prototype were integrated. 5- A connection was established between the prototype and technologies used in Smart Cities. 6- The prototype was preliminarily validated in internal and external environments. **Results:** The integration of the elements of the prototype was done in the following way: Firstly, the hardware and software were integrated to ensure functionality of the prototype, this system (hardware and software) was embedded into white cane and then the mechanical parts' coupling was done. Then, on the bench tests, the prototype was validated. After that, it was established the connection with technologies used in Smart Cities with an IoT platform, which, together with a mobile phone device, allows the prototype's geolocation. **Conclusion:** It was possible to develop a national electronic cane prototype for low vision and blind people. Future studies aim to improve the prototype in order to become a product to be marketed.

1.1. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência

Em 6 de julho de 2015, foi promulgada a lei nº 13.146, Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, que preconiza a promoção, de forma igualitária, dos direitos e das liberdades fundamentais às pessoas com deficiência (seja ela qual for), visando à sua inclusão social e cidadania. Outrossim, esta lei também define que o poder público deve fomentar o desenvolvimento científico, a pesquisa e a inovação e a capacitação tecnológica voltados à melhoria da qualidade de vida e ao trabalho da pessoa com deficiência e sua inclusão social, que é o escopo deste trabalho.⁽¹⁾

Dentre os direitos mencionados, estão os direitos à mobilidade e acessibilidade (piso tátil, adequação do mobiliário urbano em padrões específicos, etc) com segurança e autonomia, para que estas pessoas tenham participação social; ao acesso a produtos, recursos, serviços, tecnologias assistivas que maximizem sua autonomia, mobilidade pessoal e qualidade de vida.⁽¹⁾

1.2 Baixa Visão e Cegueira

As definições de baixa visão e cegueira são baseadas em duas funções visuais, a acuidade visual e o campo visual. Acuidade visual é a medida da capacidade de reconhecer detalhes de um objeto no espaço e campo visual pode ser definido como área do espaço onde um olho imóvel percebe objetos.^(2,3)

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define baixa visão quando, após tratamento e/ou correção óptica, um indivíduo apresenta acuidade visual corrigida, no melhor olho, pior que 20/60 e melhor ou igual a 20/400 e/ou campo visual menor que 20°. Já a cegueira é quando estes valores encontram-se abaixo de 20/400 e/ou o campo visual é menor que 10° no melhor olho.⁽⁴⁾

1.2.1 Epidemiologia

1.2.1.1 No mundo

A Organização Mundial da Saúde (OMS), estima que, no mundo, aproximadamente, 253 milhões de pessoas apresentam deficiência visual; destas, 217 milhões apresentam baixa visão e 36 milhões são pessoas cegas.⁽⁵⁾

As principais causas de deficiência visual são erros refrativos não corrigidos, catarata, degeneração macular relacionada à idade (DMRI), glaucoma e retinopatia diabética.⁽⁵⁾

Mundialmente, o custo da deficiência visual em 2010 foi estimado em US\$3 trilhões, sendo que, destes, US\$2,3 trilhões são relacionados à saúde. Projeções indicam que, até 2020, este valor aumentará em 20%.⁽⁴⁾

1.2.1.2 No Brasil

Em 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou o mais recente censo demográfico do país. O IBGE classificou a deficiência visual em três graus: “alguma dificuldade”, “grande dificuldade” e “não consegue de modo algum”.

Na ocasião da realização do censo, a população brasileira era de 190.755.799 habitantes, dos quais 15,8% possuíam deficiência visual (tabela 1).⁽⁶⁾

Vale notar que a classificação de deficiência visual feita pelo IBGE não tem nenhuma correspondência com dados oftalmológicos, como acuidade visual ou campo visual.

Tabela 1 - População brasileira com deficiência visual	
Grau de deficiência visual	Total de pessoas
Alguma dificuldade	29.211.482
Grande dificuldade	6.056.533
Não consegue de modo algum	506.377
Total	35.774.392

Fonte: IBGE, Censo 2010.⁽⁶⁾ Acesso em 24/04/2018

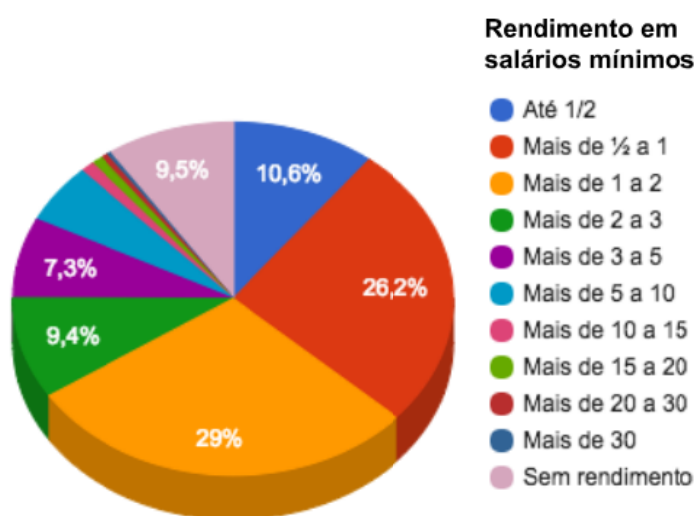
No Brasil, em adultos, a principal causa de deficiência visual são doenças retinianas, tais como retinopatia diabética, DMRI, descolamento de retina, etc; seguida por catarata e glaucoma. Em crianças, a principal causa de deficiência visual são erros refrativos, seguida por ambliopia e doenças retinianas.⁽⁷⁾

1.2.2 Aspectos sociais da pessoa com baixa visão ou cegueira

A experiência da pessoa com baixa visão ou cegueira varia de acordo com alguns fatores, por exemplo, o acesso à habilitação e à reabilitação visual (incluindo produtos de apoio - tecnologias assistivas) e se a pessoa enfrenta problemas com acessibilidade e mobilidade.⁽⁵⁾

Mesmo assegurados por leis, as pessoas com baixa visão ou cegueira enfrentam problemas em relação à mobilidade, o que promove barreiras ao acesso ao trabalho, lazer, estudo e, conseqüentemente, à qualidade de vida, as quais geram impacto econômico negativo a essas pessoas, dificultando sua inclusão social. ^(4,8,9,10)

Na figura 1, são apresentados dados do IBGE sobre rendimento nominal mensal da população brasileira com deficiência visual com base no salário mínimo na época do censo de 2010 (R\$ 510,00).⁽⁶⁾



Fonte: Modificado pelo autor a partir de IBGE, Censo 2010.⁽⁶⁾ Acesso em 24/04/2018

Figura 1. População com deficiência visual segundo seu rendimento nominal mensal

Nota: Note-se que mais da metade da população brasileira com deficiência visual possuía renda mensal de até 2 salários mínimos (considerando também aqueles que não possuem rendimento mensal, 9,5%).

Com base nos dados apresentados na figura 1, a pesquisa e a inovação tecnológica definidas pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência são fundamentais para a inclusão social da pessoa com baixa visão e cegueira.⁽¹⁾

1.3 Tecnologia Assistiva

Segundo a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, tecnologia assistiva é definida como:

[...] Produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.⁽¹⁾

Tecnologias assistivas são aquelas que facilitam e aprimoram o desempenho e o acesso a informações visuais, táteis, sonoras e olfativas. As pessoas com deficiência as utilizam para realizar tarefas cotidianas em ambiente doméstico, de lazer ou profissional. Sendo assim, é indispensável assegurar o uso delas no processo de reabilitação e habilitação.⁽⁹⁾

Conforme necessidades específicas, tem-se alguns dos auxílios utilizados para habilitação ou reabilitação da pessoa com baixa visão e cegueira. Na figura 2, são apresentados alguns destes auxílios para pessoas com baixa visão.⁽⁹⁾



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<https://www.fcm.unicamp.br/fcm/auxilios-opticos/os-auxilios-opticos>>. Acesso em 23/11/2018

Figura 2. Alguns auxílios ópticos utilizados em baixa visão

Nota: 1- Óculos asféricos; 2- Lupas manuais; 3- Telêlupas.

Apesar de as tecnologias assistivas serem indispensáveis à pessoa com baixa visão e cegueira, o acesso a elas se caracteriza um problema de saúde

pública, uma vez que, em países em desenvolvimento, grande parte da tecnologia é importada.⁽⁴⁾

Outrossim, custos de aquisição, importação e disponibilidade de manutenção são os fatores que decidem a compra ou não da tecnologia, o que, em muitos casos, inviabiliza a obtenção de recursos tecnológicos.⁽⁴⁾

Outros fatores que limitam a aquisição de tecnologias assistivas por pessoas com baixa visão e cegueira são as características relacionadas à aparência, facilidade de uso, *design*, possibilidade de ser transportado favorecendo a mobilidade e, principalmente, à ergonomia.⁽⁴⁾

Ergonomia é definida como o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente. Isto quer dizer que a ergonomia se utiliza do conhecimento do homem para ajustar o trabalho às suas capacidades e limitações. Para isto, são necessários analisar dados antropométricos, referentes à estatura e ao peso, informações auditivas e visuais da população de interesse. Idealmente, a ergonomia deve ser aplicada desde as etapas iniciais de um projeto, seja ele de uma máquina, de um ambiente ou local de trabalho.⁽¹¹⁾

1.3.1 Tecnologias assistivas de mobilidade para pessoas com baixa visão ou cegueira

Em 1950, após estudos relacionados à qualidade de vida de pessoas com deficiência visual, criou-se a bengala longa (figura 3), mais leve que as tradicionais de apoio para ser utilizada com uma extensão do dedo indicador, para sondar, por meio da percepção tátil, o espaço à frente, percebendo as condições do piso/solo, existência de obstáculos, declives e proteger a parte inferior do corpo de colisões.⁽¹²⁾



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<https://www.bengalabranca.com.br/>> e <<https://www.americanas.com.br/produto/23881610>>. Acesso em 23/11/2018

Figura 3. Bengalas longas

Nota: 1- Bengala longa do tipo ponta seca; 2- Bengala longa do tipo *roller*.

Existem somente 3 fabricantes nacionais de bengalas longas no Brasil, sendo que, destes, nenhum fabrica bengalas eletrônicas. As informações técnicas referentes às bengalas longas disponíveis no mercado nacional estão apresentadas a seguir, na tabela 2.^(13,14,15)

Tabela 2 - Bengalas longas disponíveis no mercado nacional							
Fabricante	Estado	Modelo	Material	Interação com o usuário	Peso (g)	Comprimento (m)	Preço (R\$)
Slmetalumi	PE	Ponta seca e <i>roller</i>	Alumínio	Vibração da bengala no solo	*	*	53,00 a 94,00
Laramara	SP	Ponta seca e <i>roller</i>	Alumínio	Vibração da bengala no solo	*	*	90,00
Bengala Branca	RS	Ponta seca e <i>roller</i>	Alumínio	Vibração da bengala no solo	100 a 200	0,70 a 1,52	*

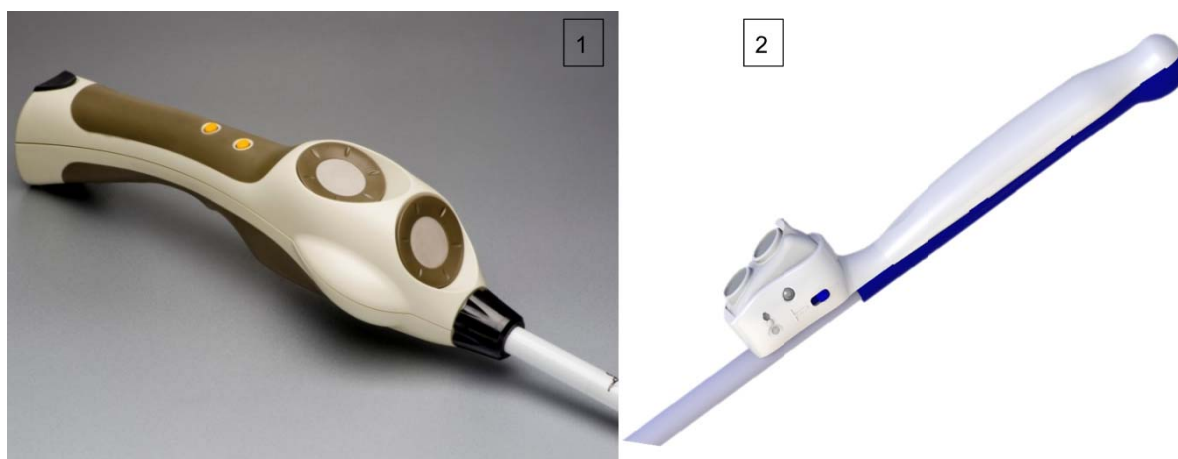
Fonte: Slmetalumi, Laramara e Bengala Branca^(13,14,15)

*Informação não disponibilizada pelo fabricante

Nota: Estas informações foram coletadas diretamente com os fabricantes no período de 16 a 19 de fevereiro de 2018.

Existem duas bengalas eletrônicas, a *Smart Cane™* e a *UltraCane* (figura 4), produzidas, respectivamente, pela *Phoenix Medical Systems*, na Índia, e pela *UltraCane*, no Reino Unido; ambas apresentam o mesmo princípio de

funcionamento: por meio de sensores ultrassônicos, que detectam os obstáculos, informando sua presença utilizando estímulos cinestésicos decorrentes da interação dos atuadores de vibração gerando a percepção tátil-cinestésica percebida pelo seu usuário.^(11,16,17)



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<https://www.ultracane.com/ultracane/ultracane>> e <http://assistech.iitd.ernet.in/gallery_images.php>. Acesso em 23/11/2018

Figura 4. Bengalas eletrônicas

Nota: 1- *UltraCane*; 2- *Smart Cane*.

As informações técnicas referentes às bengalas eletrônicas existentes estão disponíveis na tabela 3. Vale salientar que existem diversos protótipos de bengalas eletrônicas, entretanto somente estas duas são produtos em comercialização.^(16,17)

Tabela 3 - Bengalas eletrônicas disponíveis no mercado nacional e internacional							
Modelo	País	Material	Peso (g)	Comprimento (m)	Interação com o usuário	<i>Smart Cities</i>	Preço
<i>UltraCane</i>	Reino Unido	Alumínio	300	1,10 a 1,50	Vibração na manopla	Não	£635
<i>Smart Cane</i>	Índia	Polycarbonato	136	1,00	Vibração na manopla	Não	*

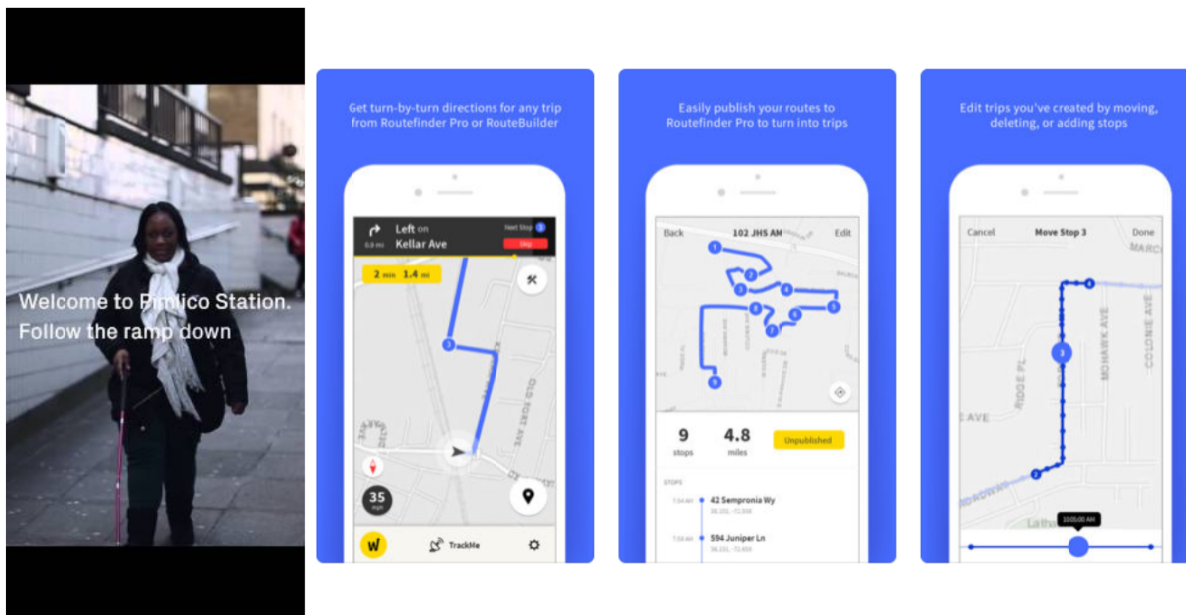
Fonte: *Ultra Cane* e *Smart Cane*^(16,17)

*Informação não disponibilizada pelo fabricante

Nota: Estas informações foram coletadas diretamente com os fabricantes no período de 16 a 19 de fevereiro de 2018. A coluna “*Smart Cities*” se indica se a bengala apresenta comunicação com *Smart Cities*.

Atualmente, também existem aplicativos para dispositivos de telefonia móvel que visam a facilitar o deslocamento da pessoa com deficiência visual, dentre

eles, tem-se o *Wayfinder*[®] (figura 5), que é um sistema de navegação por voz para pessoas com deficiência visual.⁽¹⁸⁾



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<https://www.citylab.com/life/2016/09/a-wayfinding-helps-give-the-blind-confidence-to-travel-independently/498560/>> e <<https://itunes.apple.com/us/app/wayfinder-app/id1294319510/?platform=iphone>>. Acesso em 23/11/2018

Figura 5. *Wayfinder*[®]

Entretanto a utilização de dispositivos de telefonia móvel é mais comum entre a população jovem, por estarem mais habituados com as interfaces digitais. Além disso, quando se tratam de aplicativos com recursos audiodescritivos, estes podem apresentar inconvenientes à pessoa com deficiência visual.^(11,19)

1.4 *Smart Cities*

Em 2008, A *United Nations Population Fund* apresentou dados que informavam que mais de 50% da população mundial viviam em áreas urbanas e que este valor aumentaria para 70% até 2050. Portanto há a necessidade da promoção de melhorias em muitos aspectos da vida urbana, dentre eles, a mobilidade e a inclusão social.⁽²⁰⁾

Diante deste fato, foi estabelecido o conceito de *Smart Cities* (cidades inteligentes), que é um modelo de gestão urbana baseada em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), utilizando-se *IoT* (do inglês, *IoT* - *Internet of*

Things, Internet das Coisas), permitindo, entre outros, geolocalização e distribuição de informações sobre itinerários, implementando melhorias à acessibilidade e mobilidade.⁽²⁰⁻²⁵⁾

As tecnologias assistivas de mobilidade integradas à infraestrutura de *Smart Cities* caracterizam-se basicamente por bengalas eletrônicas que, utilizando-se das TICs, tem a função informar o seu usuário a sua localização, traçar rotas até o destino desejado, identificar obstáculos e informar as suas localizações, podendo ser utilizadas em ambientes internos e externos.^(24,25)

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de bengala eletrônica nacional para pessoas com baixa visão e cegueira.

2.2. Objetivos específicos

1. Especificar o *hardware* e elaborar o *software* a serem utilizados para a fabricação do protótipo;
2. Validar em bancada os *hardware* e *software* utilizados para fabricação do protótipo
3. Modelar e produzir por manufatura aditiva das partes mecânicas do protótipo;
4. Integrar os elementos do protótipo (*hardware*, *software* e partes mecânicas);
5. Estabelecer conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em *Smart Cities*;
6. Validar preliminarmente o protótipo em ambientes interno e externo.

3.1 Breve apresentação do estudo

O presente estudo foi desenvolvido dentro do Grupo de Estudos em Ergonomia Visual, Tecnologias Assistivas e Sistemas Embarcados no Laboratório de Inovação em Tecnologias em Saúde do setor de Bioengenharia Ocular do Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais da Escola Paulista de Medicina (EPM) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

3.2 Aspectos éticos

Este trabalho seguiu os princípios básicos contidos na Declaração de Helsinque e foi aprovado pelos Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP, sob o número 1564/06 (Anexo 1).

3.3 Delineamento do estudo

Estudo descritivo.^(26,27)

3.4 Desenvolvimento do estudo

3.4.1 Especificação do *hardware* e elaboração do *software* utilizados para a fabricação do protótipo

Para especificação do *hardware* foi realizada uma pesquisa de componentes eletrônicos necessários, entre eles: sensores que detectassem obstáculos, atuadores que pudessem gerar sensações táteis e dispositivos eletrônicos para controle das funções do protótipo.

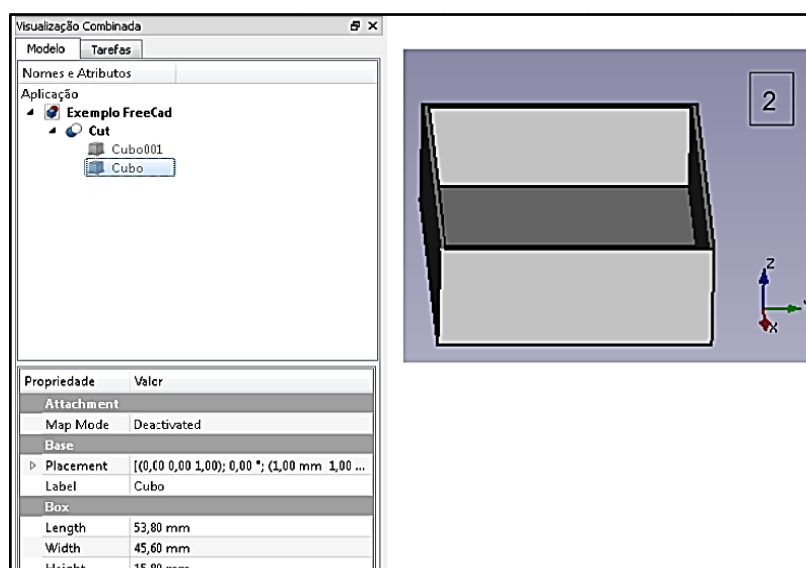
O *software* desenvolvido para funcionamento do protótipo foi elaborado no *Integrated Development Environment* (IDE, do inglês, Ambiente Integrado de Desenvolvimento) do programa Arduino (versão 1.8.5) e testado no programa simulador de circuitos eletrônicos, Fritzing[®] (versão 0.9.3b).

3.4.2 Validação em bancada dos *hardware* e *software* utilizados para fabricação do protótipo

Foram realizados testes com o *hardware* especificado juntamente ao *software* desenvolvido para avaliar a funcionalidade do protótipo.

3.4.3 Modelagem e produção por manufatura aditiva das partes mecânicas do protótipo

A modelagem das partes mecânicas do protótipo foi realizada no programa de modelagem paramétrica tridimensional *FreeCAD*® (versão 0.17), a partir das dimensões de cada item do *hardware* do protótipo. A figura 6 mostra um exemplo da interface do programa utilizado.

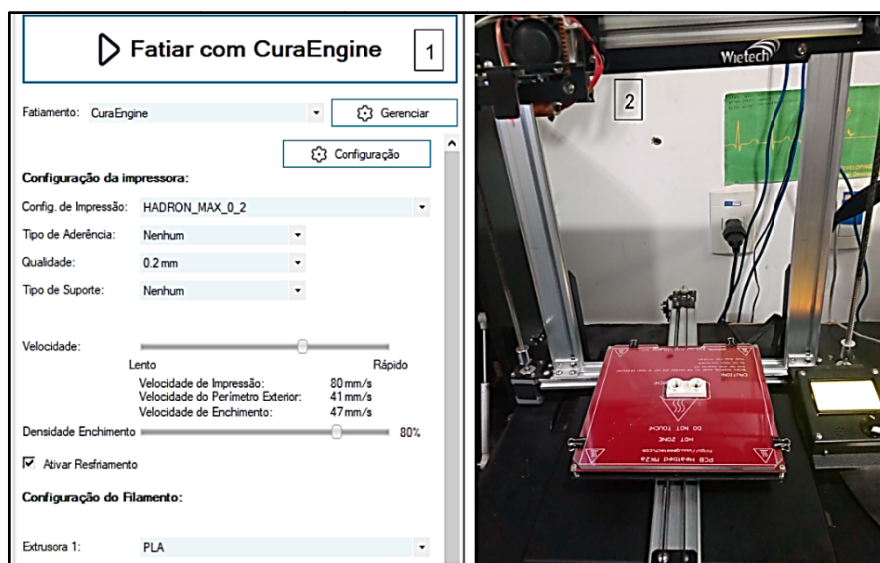


Fonte: Próprio autor

Figura 6. Exemplo de funcionamento do programa de modelagem tridimensional *FreeCAD*®

Nota: 1- Apresenta o processo de modelagem, que inclui, dentre outros, a seleção das figuras geométricas que farão parte do desenho e a determinação de suas dimensões; 2- Apresenta um desenho tridimensional feito com base nas informações do item 1.

A produção das partes mecânicas do protótipo foi realizada utilizando a impressora 3D Hadron Max, da empresa Wietech, utilizando, como matéria-prima, o filamento polimérico de Políácido Lático (PLA). Para isso, foi necessário, primeiramente, o estabelecimento dos parâmetros de impressão no programa *Repetier-Host*® (versão 2.1.3). Tais parâmetros são mostrados na figura 7.



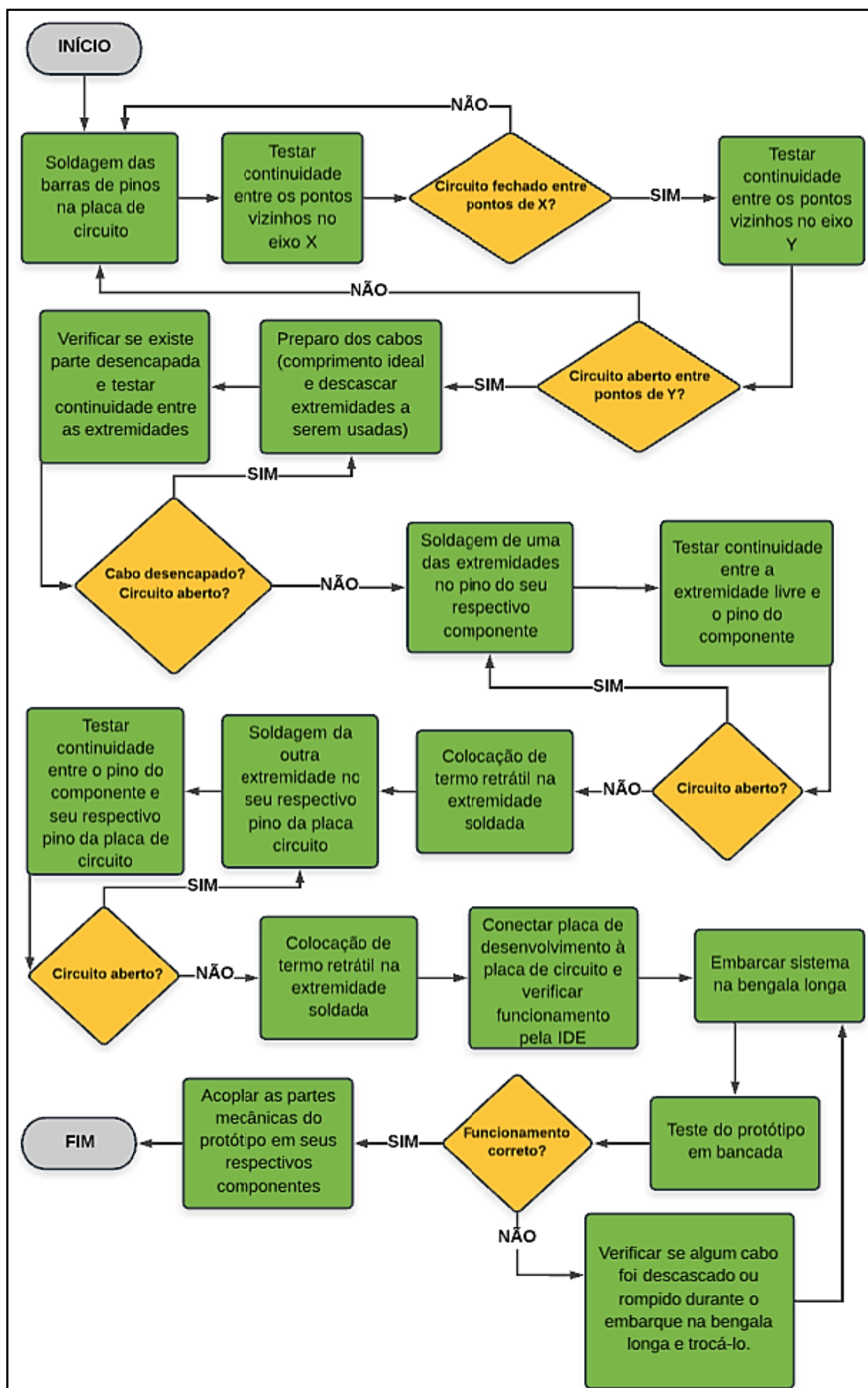
Fonte: Próprio autor

Figura 7. Exemplo de configuração para produção por manufatura aditiva

Nota: 1- Parâmetros de impressão definidos no programa Repetier-Host® ;
2- Impressora 3D Hadron Max, da Wiatech.

3.4.4 Integração dos elementos do protótipo (*hardware, software e partes mecânicas*)

A integração dos elementos do protótipo (*hardware, software e partes mecânicas*) ocorreu de acordo com o fluxograma apresentado na figura 8.

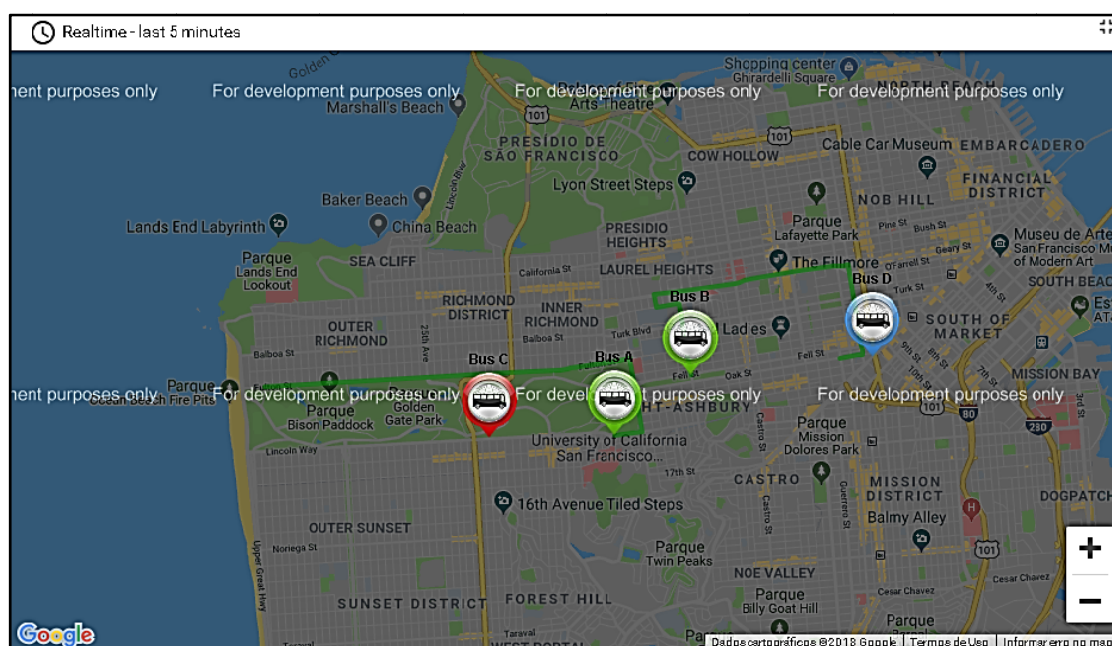


Fonte: Próprio autor

Figura 8. Fluxograma de integração dos componentes do protótipo

3.4.5 Estabelecimento da conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em *Smart Cities*

A conexão entre o protótipo e tecnologias existentes em *Smart Cities* foi estabelecida por meio da plataforma de soluções *IoT* para *Smart Cities* chamada *ThingsBoard*® (versão 2.1.0), *ThingsBoard, Inc.* A figura 9 apresenta um exemplo de aplicação desta plataforma.

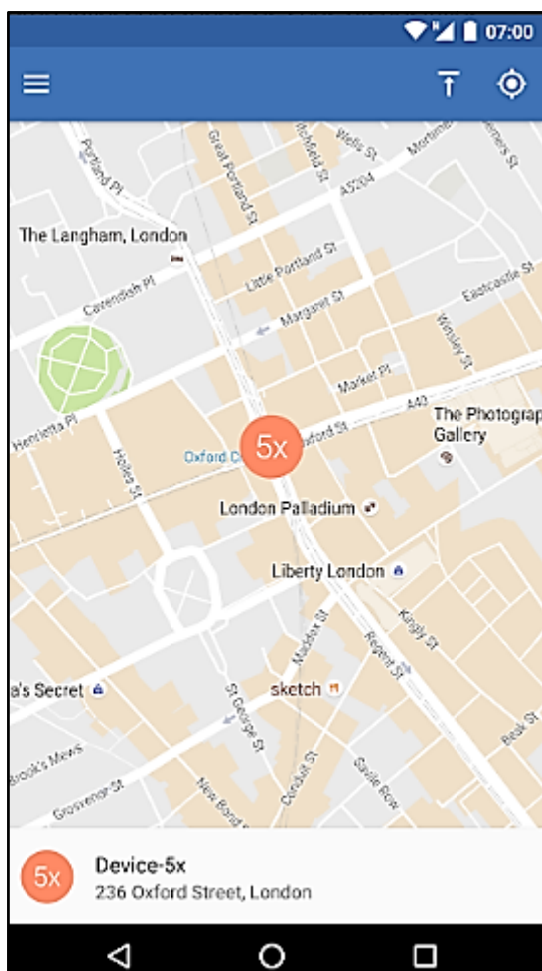


Fonte: *ThingsBoard* <<https://thingsboard.io/fleet-tracking/>>. Acesso em 24/11/2018

Figura 9. Exemplo de aplicação da plataforma *ThingsBoard* no tráfego urbano

Nota: Este projeto se trata de uma aplicação ao transporte urbano numa cidade. Ele rastreia os ônibus que estão em tráfego na cidade e torna público esses dados num aplicativo.

A utilização desta plataforma está associada à utilização do aplicativo para dispositivos de telefonia móvel *Owntracks*® (figura 10), responsável por geolocalizar o dispositivo conectado à plataforma utilizada.



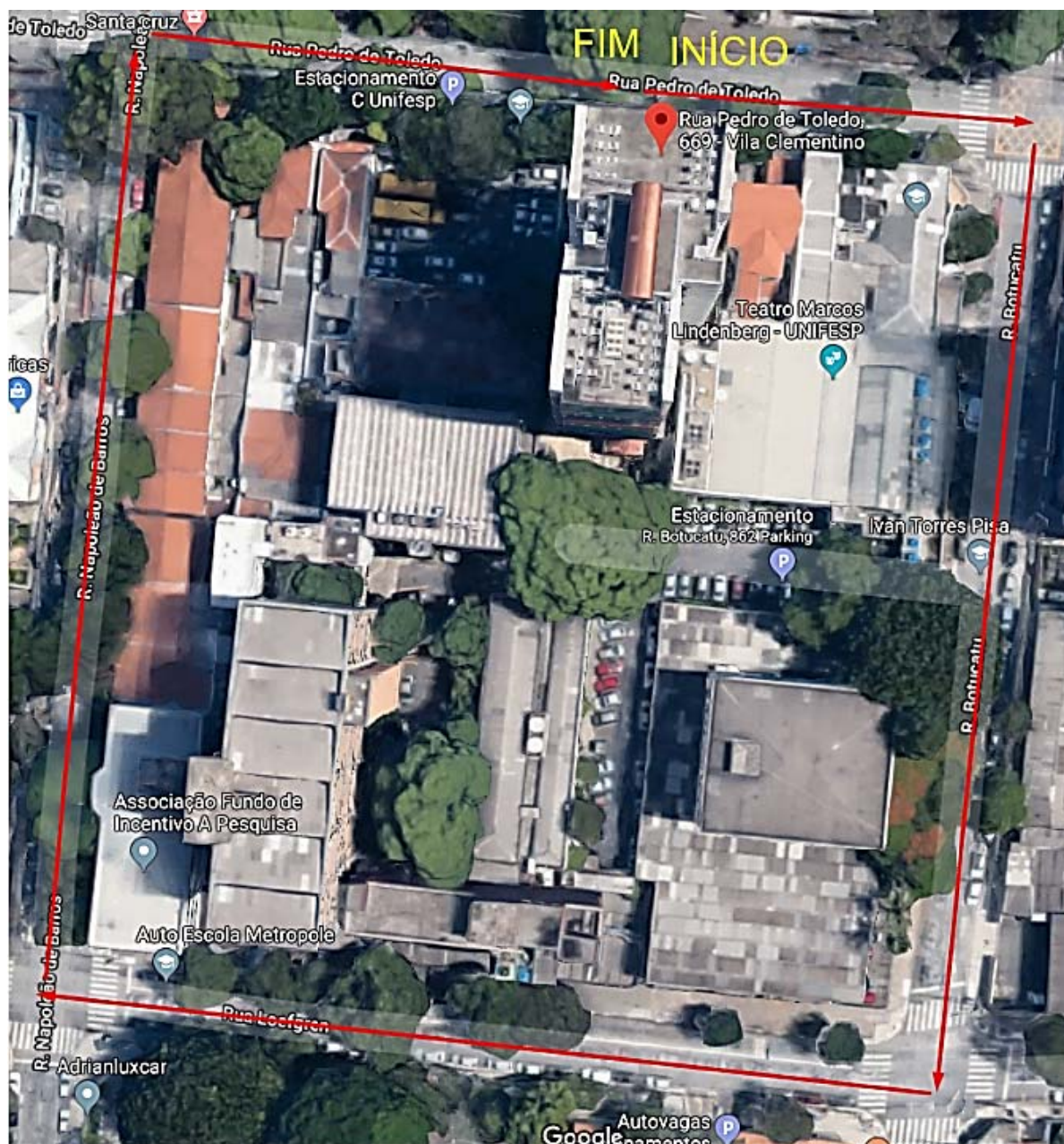
Fonte: Play Store<<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.owntracks.android>>. Acesso em 26/11/2018

Figura 10. Interface do aplicativo Owntracks®

3.4.6 Validação preliminar do protótipo em ambientes interno e externo

Foram recrutados dois voluntários sem qualquer deficiência, que, após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2), tiveram seus olhos vendados e foram orientados a se deslocarem segundo estímulos cinestésicos provenientes do protótipo.

O protótipo foi testado inicialmente em ambiente interno para verificar seu funcionamento correto, para isto foi organizado no anfiteatro do Edifício de Pesquisas II da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) uma série de obstáculos. Já a validação em ambiente externo ocorreu na quadra onde se localiza o Edifício de Pesquisas II da UNIFESP, conforme mostra a figura 11.



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<https://www.google.com.br/maps/>>. Acesso em 24/11/2018

Figura 11. Trajeto percorrido pelos voluntários durante a validação em ambiente externo

Nota: O percurso teve início e fim em frente à portaria do Edifício de Pesquisas II da UNIFESP.

Após a validação em ambiente externo, os voluntários foram convidados a responder um breve questionário com o intuito de avaliar o desempenho técnico do protótipo (Anexo 3).

4.1 Especificação do *hardware* e elaboração do *software* utilizados para a fabricação do protótipo

4.1.1 *Hardware*

O *hardware* utilizado para a fabricação do protótipo e suas respectivas funções é apresentado na tabela 4.

Tabela 4 - <i>Hardware</i> do protótipo			
Item	Quantidade	Modelo	Função
1- Placa de desenvolvimento	1	Mini controlador Arduino Nano Atmega 328 - 16 MHz, 5V 	Controla as funções do protótipo
2- Sensores ultrassônicos	3	HC-SR04 	Detectam a presença de obstáculos e calculam a distância a que se encontram destes dispositivos
3- Atuadores de vibração	3	Motores vibracall 1027 - 2,5 V a 4,0 V - 80mA 	Geram a percepção cinestésica no momento em que os sensores detectam obstáculos (um atuador para cada sensor)
4- Sistema vestível*	3	Pulseiras de elástico e velcro 	Onde estão os atuadores de vibração, para sua utilização nos punhos e antebraços

5- Banco de energia portátil	1	<i>Power Bank</i> de 4.000mAh 	Fornece a energia necessária para cada componente do protótipo
6- Bengala longa	1	Tipo <i>roller</i> , com 1,25 m de comprimento 	Item do <i>hardware</i> onde todo o sistema é embarcado

Fonte: Próprio autor

Nota: *Define-se como Sistema Vestível acessórios e/ou roupas que contenham dispositivos eletrônicos que se comunicam entre si geram estímulos de comunicação com a pessoa que a está usando.

4.1.2 Software

Para elaboração do *software* utilizado no protótipo, foi necessária a especificação do modo de funcionamento do protótipo. Assim sendo, o funcionamento do protótipo foi idealizado para detectar obstáculos que estejam a distâncias maiores que 0cm ou menor ou igual a 100cm e informar a presença destes ao seu usuário por meio de atuadores de vibração.

O *software* desenvolvido foi elaborado no IDE do programa Arduino (versão 1.8.5). A figura 12 mostra um fragmento do *software* elaborado segundo as especificações do funcionamento.

```
int echoPino1 = 9; //Pino 9 recebe o pulso do echo do Sensor US 1 lado DIREITO.
int trigPino1 = 10; //Pino 10 envia o pulso para trigger do Sensor US 1 lado DIREITO.

int echoPino2 = 7; //Pino 7 recebe o pulso do echo do Sensor US 2 lado ESQUERDO.
int trigPino2 = 8; //Pino 8 envia o pulso para trigger do Sensor US 2 lado ESQUERDO.

int echoPino3 = 11; //Pino 11 recebe o pulso do echo do Sensor US 3 ABAIXO.
int trigPino3 = 12; //Pino 12 envia o pulso para trigger do Sensor US 3 ABAIXO.

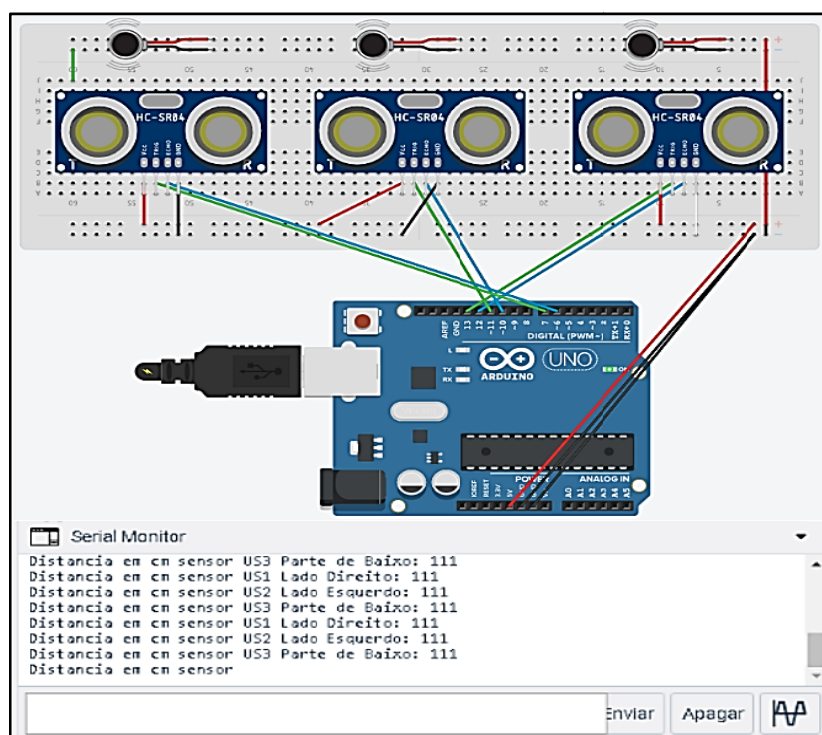
int saida1 = 4; // Primeira saída de sinal para o motor de vibração, acionado pelo SENSOR US 3 ABAIXO.
int saida2 = 5; // Segunda saída de sinal para o motor de vibração, acionado pelo SENSOR US 1 LADO DIREITO.
int saida3 = 6; // Terceira saída de sinal para o motor de vibração, acionado pelo SENSOR US 2 LADO ESQUERDO.
```


Fonte: Próprio autor

Figura 12. Fragmento do *software* responsável pelo funcionamento do protótipo.

O *software* elaborado foi testado no programa de simulação de circuitos eletrônicos, *Fritzing*® (versão 0.9.3b).

A figura 13, apresenta a configuração de uma simulação.



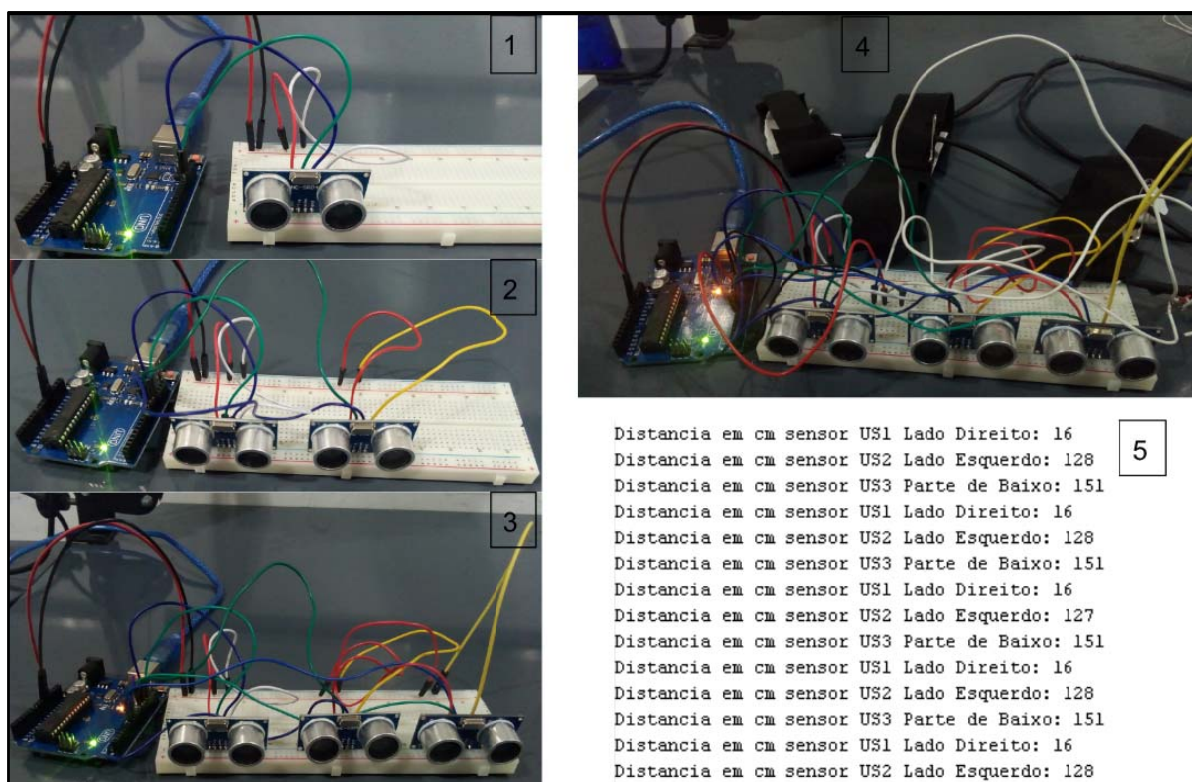
Fonte: Modificado pelo autor a partir de Fritzing®

Figura 13. Simulação do sistema proposto

Nota: A figura demonstra como são dispostos os itens de *hardware* e as conexões que permitem a simulação do *software* elaborado.

4.2 Validação em bancada dos *hardware* e *software* utilizados para fabricação do protótipo

A validação em bancada dos *hardware* e *software* é apresentada na figura 14.



Fonte: Próprio autor

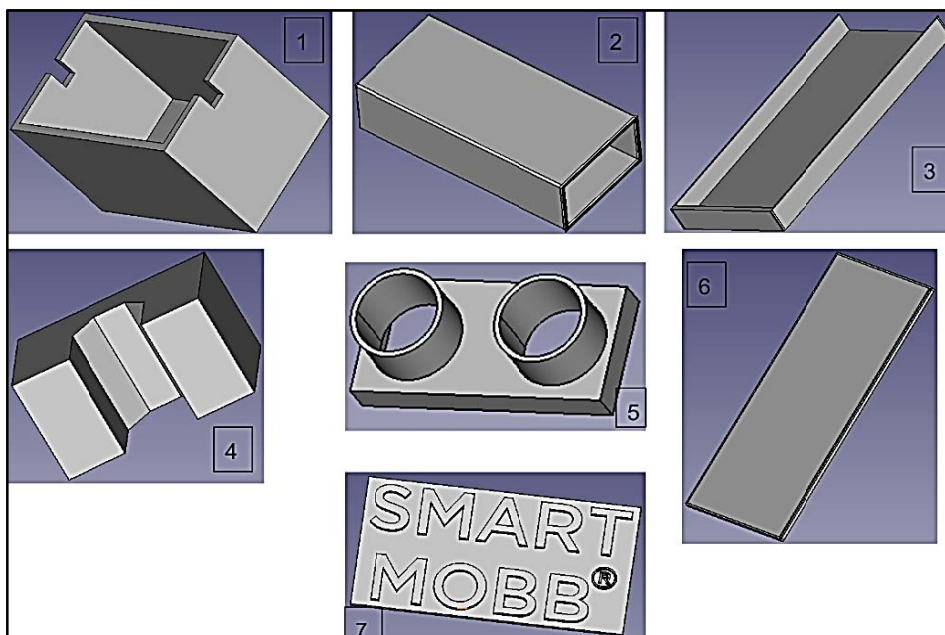
Figura 14. Validação em bancada dos *hardware* e *software* utilizados na fabricação do protótipo

Nota: 1 a 3 - Validação de cada sensor ultrassônico utilizado; 4 - Validação do sistema vestível (3 pulseiras onde estão os atuadores de vibração); e 5 –Fragmento do *software* que calcula as distâncias medidas pelos sensores ultrassônicos.

Tanto o *hardware* como o *software* funcionaram como esperado: os sensores detectaram a presença de obstáculos que estavam a uma distância maior que 0cm e menor ou igual a 100cm e, conseqüentemente, os atuadores de vibração foram acionados.

4.3 Modelagem e produção por manufatura aditiva das partes mecânicas do protótipo

Os modelos tridimensionais referentes as das partes mecânicas projetados no *FreeCAD*® (versão 0.17) são apresentados na figura 15.

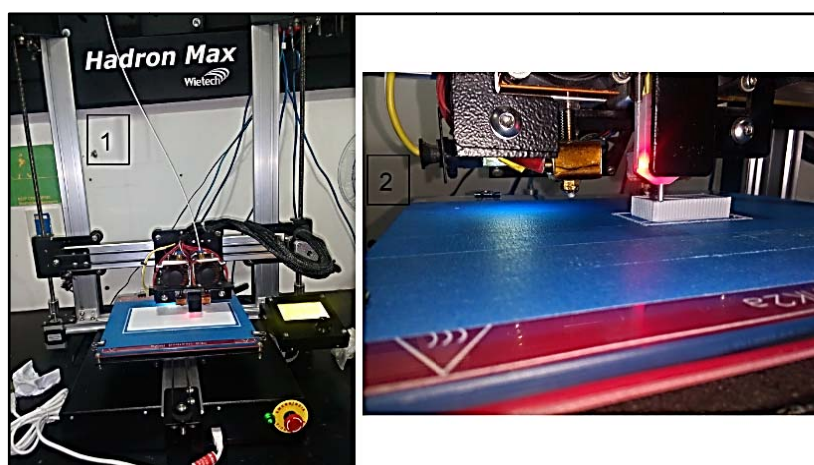


Fonte: Próprio autor

Figura 15. Modelos tridimensionais desenhados no programa de modelamento

Nota: 1- Caixa para armazenamento dos cabos e da placa de desenvolvimento; 2- Caixa para armazenar o banco de energia portátil; 3- Primeira parte da caixa para armazenar o dispositivo de telefonia móvel; 4- Abraçadeira para garantir posicionamento; 5- Invólucro dos sensores ultrassônicos; 6- Segunda parte da caixa para acoplar dispositivo de telefonia móvel; e 7- Marca nominal dada ao protótipo (Anexo 5).

Na figura 16 é apresentado parte do processo de produção por manufatura aditiva dos modelos tridimensionais, para tal foram utilizados o programa *Repetier-Host*® (versão 2.1.3). e a impressora 3D Hadron Max, com o filamento polimérico de Poliacido Lático (PLA).



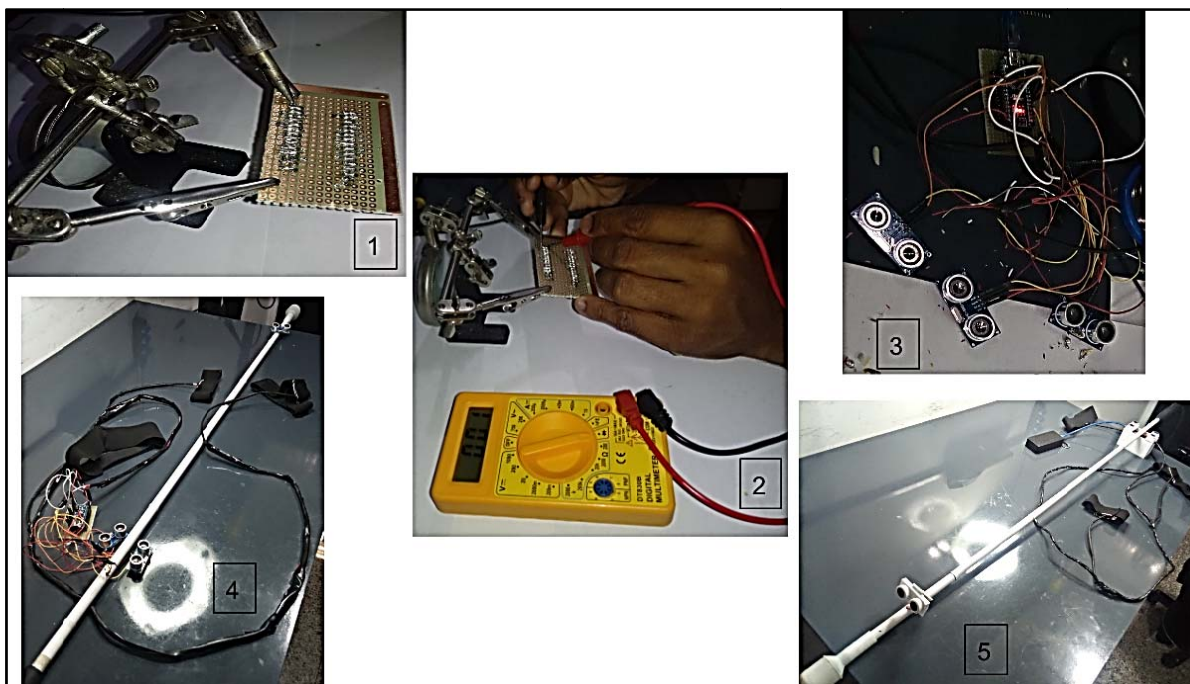
Fonte: Próprio autor

Figura 16. Processo de produção por manufatura aditiva dos modelos tridimensionais da parte mecânica do protótipo

Nota: 1 e 2- Impressão de alguns modelos tridimensionais.

4.4 Integração dos elementos do protótipo (*hardware*, *software* e partes mecânicas)

Na figura 17, são apresentadas algumas etapas do processo de integração dos elementos do protótipo, conforme apresentado na figura 9.



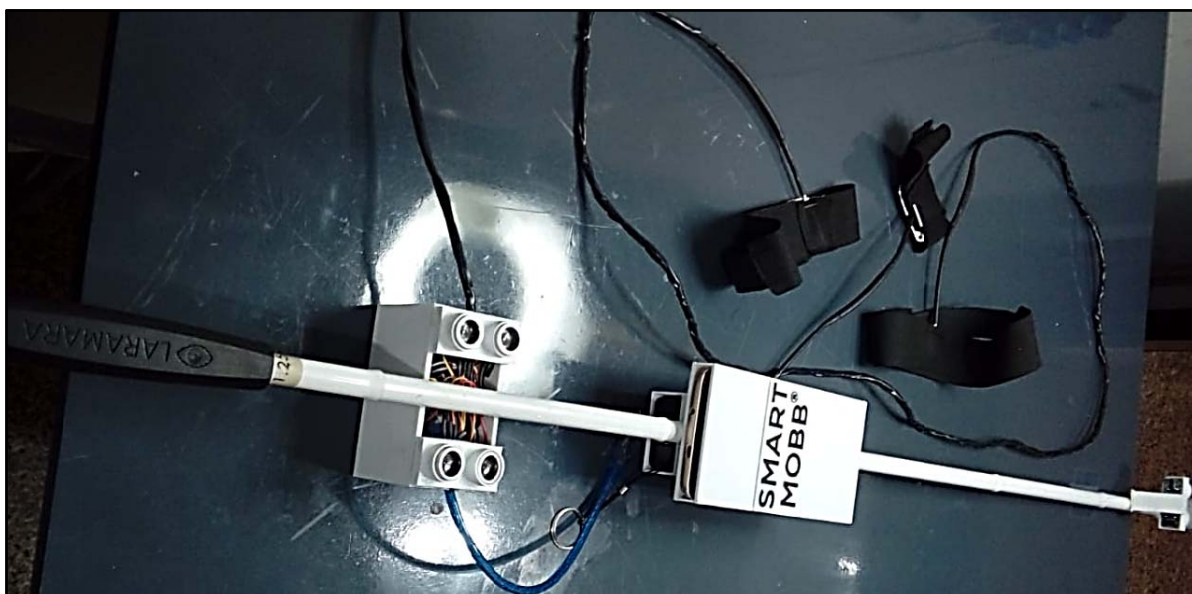
Fonte: Próprio autor.

Figura 17. Integração dos elementos do protótipo

Nota: 1) Soldagem das barras de pinos na placa de circuito; 2) Teste de continuidade entre os pontos da placa; 3) *Hardware* e *software* utilizados na fabricação do protótipo; 4) Sistema embarcado na bengala longa; e 5) Acoplamento das partes mecânicas aos seus respectivos itens.

No teste em bancada do sistema embarcado acoplado á bengala longa, constatou-se correto funcionamento do protótipo, referente às funcionalidades especificadas, sendo: detecção de obstáculos a distâncias maiores que 0cm e menores ou iguais a 100cm, ativação dos atuadores de vibração.

As figuras 18 e 19 mostram o protótipo concluído.



Fonte: Próprio autor.

Figura 18. Protótipo concluído



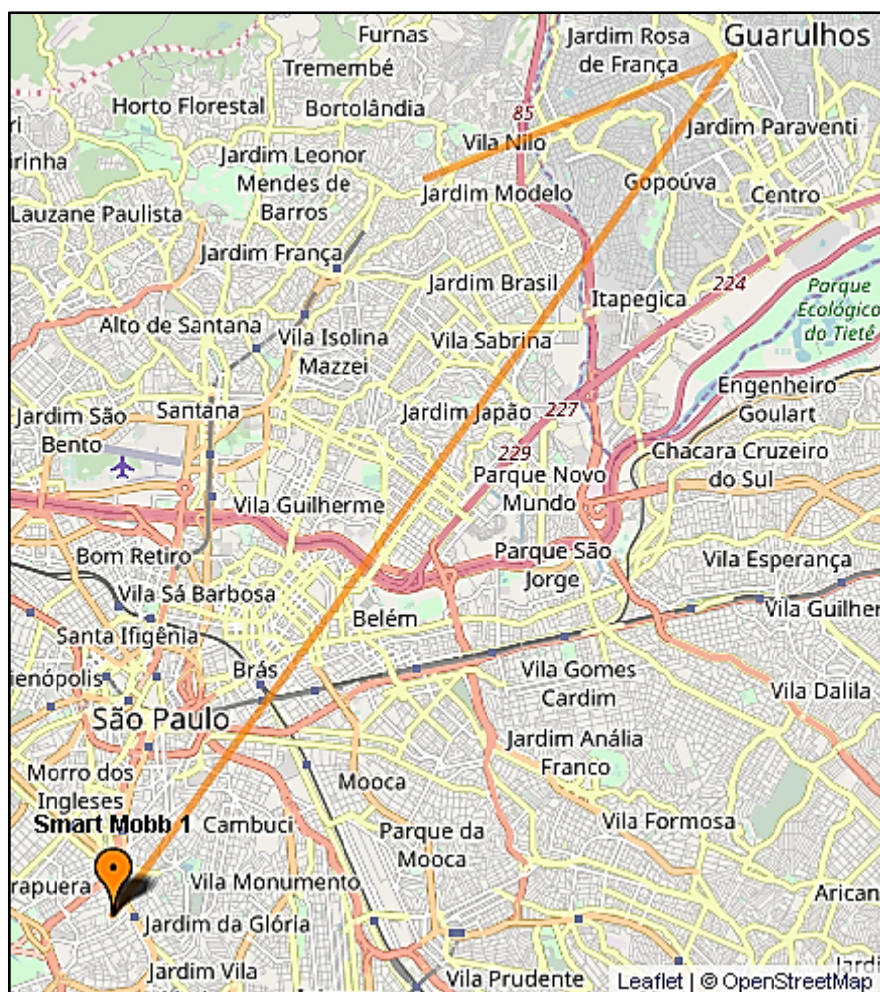
Fonte: Próprio autor.

Figura 19. Diferentes vistas do protótipo concluído

Nota: 1) Vista superior dos sensores ultrassônicos e da caixa onde foram armazenados os cabos e a placa de desenvolvimento; 2) Vista lateral da caixa onde foram armazenados os cabos e a placa de desenvolvimento; 3) Vista isométrica das caixas para armazenamento do dispositivo de telefonia móvel e para o banco de energia portátil; 4) Vista lateral da caixa para armazenamento do banco de energia portátil; 5) Pulseiras que contêm os atuadores vibratórios; 6) Vista superior da caixa para o dispositivo móvel; 7) Vista frontal do sensor ultrassônico inferior; 8) Vista superior do sensor ultrassônico inferior.

4.5 Estabelecimento da conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em *Smart Cities*

Por meio do estabelecimento da conexão entre o protótipo e tecnologias utilizadas em *Smart Cities*, foi possível geolocalizar o protótipo, conforme mostra a figura 21.



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<http://5.196.69.47:8080/dashboard/1b01df80-e78e-11e8-b454-934885b2056>>. Acesso em 25/11/2018.

Figura 20. Geolocalização do protótipo (Smart Mobb®)

Nota: Nesta figura é apresentada o percurso percorrido pelo protótipo em um dado momento.

4.6 Validação preliminar do protótipo em ambientes interno e externo

Nas figuras 21e 22, são apresentados alguns momentos da validação preliminar do protótipo em ambientes interno e externo.



Fonte: Próprio autor.

Figura 21. Validação preliminar do protótipo em ambiente interno

Nota: 1- Demonstra testes de estabilidade funcional (não gera falso positivo); 2- Demonstra a precisão na detecção por parte dos sensores



Fonte: Próprio autor.

Figura 22. Validação preliminar do protótipo em ambiente externo

Nota: 1- Apresenta o teste de detecção de um cesto de lixo suspenso; 2- Apresenta a identificação de desnível no calçamento; 3- Demonstra a capacidade de detecção de objetos não maciços; 4- Detecção de objetos não suspensos.

Na validação preliminar em ambientes interno e externo constatou-se o correto funcionamento do protótipo: os sensores detectaram os obstáculos nos percursos e os voluntários foram notificados através da percepção cinestésica por meio dos atuadores de vibração.

A figura 23 mostra a geolocalização do protótipo durante a validação em ambiente externo.



Fonte: Modificado pelo autor a partir de <<http://5.196.69.47:8080/dashboard/1b01df80-e78e-11e8-b454-934885b20565>>. Acesso em 25/11/2018.

Figura 23. Geolocalização do protótipo durante a validação em ambiente externo.

Segundo os voluntários, que responderam o questionário, o protótipo atingiu o objetivo proposto sem falhas, isto é, detectou obstáculos e os notificou corretamente através da percepção cinestésica por meio dos atuadores de vibração, inclusive o atraso nas respostas dos sensores ultrassônicos (*delay*) não foi considerado um fator de interferência no seu funcionamento. Como comentário adicional, um dos voluntários observou que, quando suspenso, o protótipo se torna pesado, entretanto, quando em sua posição de uso, o peso passa a ser distribuído, deixando de ser um problema.

A ergonomia de uma bengala está diretamente relacionada com as medidas antropométricas de seu usuário e o seu próprio comprimento.

Quando se trata de bengalas longas convencionais, tem-se que todas variam quanto ao comprimento e, conseqüentemente, ao peso, o que pode conferir um pouco mais de ergonomia do quase fossem todas do mesmo comprimento.

As bengalas eletrônicas existentes, apesar da variação nos quesitos material pelo qual são produzidas, peso e comprimento, provavelmente não atenderiam às características de ergonomia necessárias no Brasil.

Durante o desenvolvimento do protótipo, a escolha da placa de desenvolvimento mini controlador Arduino Nano se deu devido às suas dimensões, peso e confiabilidade adequadas, ideal para ser utilizada em sistemas pequenos e portáteis.

Os sensores ultrassônicos HC-SR04 atenderam as funcionalidades, pois possuem um alcance de detecção de obstáculos de até 4 metros e ângulo de leitura de 15°. Dispõem de boa capacidade de identificação de obstáculos, maciços e não maciços, como por exemplo arbustos e folhagens, obstáculos estes que podem estar a partir da linha da cintura e detecção de obstáculos e declives no solo.⁽²⁸⁾

Os atuadores de vibração apresentaram frequência com intensidade suficiente para produzir uma sensação cinestésicas, capaz de alertar os voluntários de existência de um obstáculo.

Sistema vestível composto por 3 pulseiras de elástico e velcro que fixam os atuadores de forma a possibilitar a distinção das vibrações decorrentes do atrito da bengala com o solo e dos atuadores que geram estímulos táteis, fator importante para confiabilidade e segurança durante o uso do protótipo.

O sistema de energia portátil atendeu as exigências e estabilidade energéticas necessários.

A produção das partes mecânicas, por meio da manufatura aditiva atribuiu uma vantagem ao desenvolvimento, pois reduziu o tempo e o custo de produção, facilitando alterações físicas apenas ajustando os modelos tridimensionais feitos no *software FreeCAD®*.

Os testes não foram realizados com pessoas com baixa visão ou cegueira porque o sistema do protótipo ainda não está completamente estabelecido, trata-se

de uma prova de conceito, portanto não é seguro e ético testá-lo com estas pessoas. Outrossim, o teste com estas pessoas pode gerar nelas uma expectativa com relação à tecnologia assistiva.

Durante o processo de validação preliminar do protótipo em ambiente externo, percebeu-se que, conforme a figura 25, o protótipo estava conectado com a plataforma *IoT*, entretanto sua geolocalização não foi preciso, isto é, o protótipo não estava localizado exatamente no local em que estava, ou no percurso feito durante os testes. Este tipo de problema é advindo do próprio sistema GPS; para correção, dentre outros, pode ser desenvolvido um algoritmo para correção destes dados.

É difícil estabelecer uma comparação direta entre as bengalas eletrônicas existentes e o protótipo desenvolvido, uma vez que estão em fases diferentes de desenvolvimento. As bengalas eletrônicas já estão estabelecidas como produtos, enquanto a tecnologia apresentada neste ainda é um protótipo.

Mesmo na fase de protótipo, algumas melhorias têm sido apresentadas em relação às bengalas eletrônicas existentes:

As bengalas eletrônicas disponíveis atualmente têm preço elevado de compra, não apresentam manutenção no Brasil o que inviabiliza seu uso para uma considerável parcela da população brasileira.

O censo de 2010 demonstrou que o Brasil tinha 75,3% da população com renda mensal de até 2 salários mínimos, sendo que destes 9,5% recebia o Benefício de Progressão Continuada. Diante disto, a estratégia de precificação para comercialização da *Smart Mobb*[®] alicerça-se em garantir a possibilidade de acesso a tecnologias inovadoras e com design agradável.

O valor de venda proposto para as pessoas de renda mensal até 2 salários será de R\$1.200,00 parcelados em 60 meses, correspondendo a um valor de R\$20,00 por mês, ou seja, 2,1% do salário mínimo atual de R\$954,00.

6 CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver um protótipo de bengala eletrônica nacional com a possibilidade de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities* para uso por pessoas com baixa visão ou cegueira.

Vale ressaltar que, por ser um protótipo, alguns requisitos atribuídos a produtos não foram aplicados, como ergonomia, *design*.

Para estudos futuros, serão feitos os aprimoramentos necessários, em relação a precisão da geolocalização, refinamento do projeto de *Hardware* e *Software* e testes com pessoas com baixa visão e cegueira.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Presidência da República - Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em 20/07/2016.
- 2 Cinoto RW, Berezovsky A, Belfort R, Salomão SR. Comparação entre qualidade de visão auto-relatada e acuidade visual em população idosa de baixa renda na cidade de São Paulo. Vol. 69, Arquivos Brasileiros de Oftalmologia. 2006. p. 17–22.
- 3 Yamane, R. Semiologia ocular. Rio de Janeiro: Cultura Médica: Guanabara-Koogan; 2009. Pg. 273.
- 4 Santos, VR dos. Desenvolvimento e validação de protótipo de sistema de leitura portátil (slp) para baixa visão. 2015. 114 f. Tese (Doutorado) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, 2015.
- 5 World Health Organization. Blindness and visual impairment [Internet]; [atualizado em 11/10/2018, citado em 20/09/2018]. Disponível em <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>>.
- 6 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]; [atualizado em 04/2018, citado em 24/04/2018] Disponível em IBGE <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>
- 7 Salomão, SR.; Mitsuhiro, MRKH.; Belfort Jr., R. Visual impairment and blindness: an overview of prevalence and causes in Brazil Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 81, núm. 3, setembro, 2009, pp. 539-549 Academia Brasileira de Ciências Rio de Janeiro, Brasil.
- 8 Bertani, MB, Bernardi, N. O deficiente visual e o espaço urbano – Compreendendo os atributos de apropriação do ambiente. VI Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído & VII Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, vol.2, núm. 7, Maio, 2016, São Paulo.
- 9 Sampaio MW, Haddad MAO, Costa FHA, Siaulys MOC. Baixa visão e cegueira: os caminhos para a reabilitação, a educação e a inclusão. Rio de Janeiro: Cultura Médica: Guanabara-Koogan; 2010
- 10 Oliveira, D, Shimano, S, Salomão, Pereira K. Evaluation of socioeconomic profile, professional training and health status of people with visual impairment). Vol. 76, Revista Brasileira de Oftalmologia. 2017. p. 255-258.
- 11 Iida I. Ergonomia - Projeto e Produção. São Paulo: 9a ed. Edgard Blucher: 1997.

- 12 Mota, MGB. Orientação e mobilidade. Brasília, 2003.
- 13 Slmetalumi Indústria e Comércio [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 24/04/2018]. Disponível em <www.slmetalumi.com.br>
- 14 Laramara [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 24/04/2018]. Disponível em <<http://laramara.org.br/>>.
- 15 Bengala Branca [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 24/04/2018]. Disponível em <<https://www.bengalabranca.com.br/>>
- 16 Indian Institute of Technology Delhi [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 24/04/2018]. Disponível em: <<http://smartcane.saksham.org/>>.
- 17 Ultra Cane [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 24/04/2018]. Disponível em: <<https://www.ultracane.com/>>
- 18 Wayfinder [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 20/11/2018]. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/us/app/wayfinder-app/id1294319510#?platform=iphone>>
- 19 Gon B, Marchi PM de. A tecnologia como meio de inclusão dos deficientes visuais no transporte público. Vol.5, Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, 2015 num. 4. p. 46–62.
- 20 Albino V, Berardi U, Dangelico RM. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. Vol. 22, Journal of Urban Technology. 2015. p. 1–19.
- 21 Andrade JN, Galvão DC. O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana. Hum@nae: Questões controversas do mundo contemporâneo, Pernambuco, v.10, n.1, 2016.
- 22 Prata, PI. Sistemas de Localização para Ambientes Interiores baseados em RFID. 2008. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2008.
- 23 Aquino ALL, Ramos HS, Pereira LV, Frery AC. Cidades inteligentes, um novo paradigma na sociedade do conhecimento. Blucher Education Proceedings, v.1, n.1, p.165-178, 2015.
- 24 Ortiz, LN. Integração da tecnologia assistiva pessoal com a infraestrutura urbana: uma proposta para cidades inteligentes. 2017. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas.
- 25 Ivanov, R. RSNAVI: an RFID-based context-aware indoor navigation system for the blind. Proceedings of the 13th international conference on computer systems and technologies. ACM, 2012. p. 313-320.

26Hochman, B; Nahas, FX. Desenhos de pesquisa. *Acta Cir. Bras.* [online]. 2005, vol.20, suppl.2, pp.2-9.

27 Gerhardt, TE, Silveira, DT. Métodos de pesquisa. Rio Grande do Sul: 1a ed. UFRGS Editora: 2009

28Datasheetsensor US [Internet]; [atualizado em: indisponível, citado em 20/11/2018]. Disponível em <<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04.html#documentacao>>

**8 ESTÁGIOS E ATIVIDADES COMPLEMENTARES REALIZADOS PELO
ALUNO**

Durante a graduação, o aluno foi bolsista de Iniciação Tecnológica e Industrial-A pelo CNPq (processos nº 180180/2017-7 e nº 180082/2018-3, no projeto “Lupa de apoio com troca de cores e ajuste de intensidade luminosa para reabilitação visual”, de 01/02/2017 a 30/11/2018.

Como bolsista, desenvolveu as atividades extracurriculares mostradas a seguir.

8.1 Cursos

- “Arduino: LEDs” na oficina de fabricação digital FabLab São Paulo, em junho de 2017 (figura 24);
- “Modelagem e Impressão 3D (Começando do zero)” na oficina de fabricação digital FabLab São Paulo, em junho de 2017 (figura 24);



Fonte: Próprio autor

Figura 24. Certificados de participação nos curso “Arduino:LEDs” e “Modelagem e Impressão 3D (Começando do zero)” no Fab Lab

- “Estratégias pedagógicas: Deficiência visual” oferecido pela instituição filantrópica Fundação Dorina Nowill para Cegos, de outubro a novembro de 2017 (figura 25);



Fonte: Próprio autor.

Figura 25. Certificado de participação no curso “Estratégias pedagógicas: Deficiência Visual” na Fundação Dorina Nowill para Cegos

- “Curso introdutório à Pesquisa Clínica” oferecido pelo Hospital Alemão Oswaldo Cruz em parceria com o Sistema Único de Saúde (SUS), de outubro de 2018 até o momento.

8.2 Visitas monitoradas

- Visita técnica monitorada à empresa “T-Gex Tecnologias Integradas”, localizada em São Paulo, para aproximação do ambiente industrial de desenvolvimento de tecnologias de automação, robótica, manufatura e robótica, em julho de 2017;
- Visita monitorada para conhecer as dependências e o serviço da instituição filantrópica Fundação Dorina Nowill para Cegos, em dezembro de 2017;
- Visita monitorada para conhecer as dependências e o serviço à instituição filantrópica Laramara, em abril de 2018.

8.3 Participação em eventos como ouvinte

- “3D Inside Printing Brazil - Conference and Expo”, principal congresso na

área de manufatura aditiva no Brasil, em junho de 2017;

- “SEDCITEC 2018 - Semana de Educação, Ciência e Tecnologia”, para participação de palestras na área de tecnologia, em setembro de 2018, no Instituto Federal de São Paulo.


8.4. Trabalhos apresentados em congressos

8.4.1 Como primeiro autor

8.4.1.1 Apresentações de pôsteres

- “Mobilidade e Deficiência Visual: Perspectivas em Cidades Inteligentes” no III Congresso Acadêmico UNIFESP, em maio de 2017 (figura 26);

Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA
HOSPITAL SÃO PAULO



Mobilidade e Deficiência Visual: Perspectivas em Cidades Inteligentes

¹Caio Henrique Marques Texeira., ²Bruno Jesus dos Santos., ³Vagner Rogério dos Santos.
¹ Universidade Federal de São Paulo, Campus São Paulo; ² Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo.

INTRODUÇÃO

O último censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2010, apontou 35.774.392 como portadores de deficiência visual ou cegos, numa população total de 190.755.799 habitantes.

Cidades inteligentes são aquelas onde as tecnologias de informação e comunicação são utilizadas para proporcionar interatividade nos aspectos de infraestrutura e nos serviços públicos em geral, visando à acessibilidade e à eficiência sob os olhares dos cidadãos. Dentre os recursos utilizados em cidades inteligentes, estão sensores, etiquetas de identificação por rádio frequência, redes de sensores sem fio, beacons, entre outros.

O objetivo foi desenvolver uma bengala eletrônica que possa ser integrada às TICs de cidades inteligentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os componentes: uma placa de desenvolvimento, um sensor ultrassônico, um motor de vibração e um bracelete (Figura 1).

RESULTADOS

Pode-se considerar que este protótipo inicial atendeu às expectativas: o sensor percebeu obstáculos, estimou sua distância e, com isso, o sensor emitiu ou não resposta vibratória.




Figura 1 - Componentes

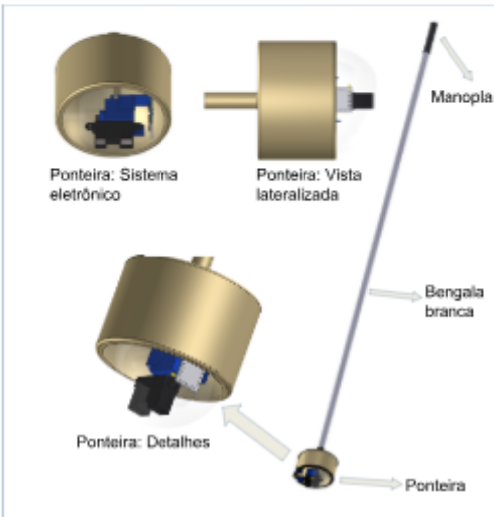


Figura 2 - Protótipo 1 da Bengala Inteligente

DISCUSSÃO

Para trabalhos futuros, faz-se necessário também apontar que, no âmbito de cidades inteligentes, é possível desenvolver outros protótipos com mais recursos.


CONCLUSÃO

"Reconstrução" de uma nova cidade, para ser inteligente, para deficientes visuais, faz-se necessária a integração dos conceitos de cidades inteligentes aos conceitos de mobilidade.

REFERÊNCIAS

HADDAD, J. E. et al. Baixa visão e cegueira: os caminhos para a reabilitação, a educação e a inclusão. Guanabara Koogan, 2009
 ANDRADE, J. N.; GALVÃO, D. C. O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana. Hum@nae: Questões controversas do mundo contemporâneo, Pernambuco, v.10, n.1, 2016.

AGRADECIMENTOS



Ao CNPq: projeto nº 442222/2016-5 – "Lupa de apoio com troca de cores e ajuste de intensidade luminosa para reabilitação visual". Bolsa de Iniciação Tecnológica e Industrial A (ITI-A) - nº 180180/2017-7.

Fonte: Próprio autor.

Figura 26. Pôster apresentado no III Congresso Acadêmico da UNIFESP

- “Deficiência Visual, Mobilidade e Cidades Inteligentes” na XXXII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental (FeSBE), no Congresso da *Brazilian Research Association in Vision and Ophthalmology* (BRAVO), em setembro de 2017 (figura 27);



Fonte: Próprio autor.

Figura 27. Pôster apresentado na XXXII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental (FeSBE)

- “Technological Development: Visual Impairment and Smart Cities” no 19th Research Days do Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais da UNIFESP, em dezembro de 2017 (figura 28);

Technological Development: Visual Impairment and Smart Cities

Caio Henrique Marques Texeira, Aline Sutili Toledo, Cella Regina Nakanami, Vagner Rogério dos Santos.

PURPOSE

MATERIAL AND METHODS

- Bibliographical survey on existing white canes and electronic canes;
- Definition of a smart electronic cane concept.

RESULTS

The pie chart shows the distribution of cane types: 70% White cane, 20% Electronic cane, and 10% Smart cane.

CONCLUSIONS

- Continuation of prototype development;
- Next steps: Studies to improve the prototype → Adjustments → New tests.

REFERENCES

Associação Brasileira de Assistência aos Deficientes. Visual Impairment and blindness. In: <http://www.abra.org.br/assessoria/factbook/factbook.asp>.
 IBGE. Censo 2010. In: <http://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/estatisticas.htm>.
 BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a (Lei Brasileira da Inclusão da Pessoa com Deficiência) (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Presidência da República. Casa Civil. Subseção para Assuntos Jurídicos. In: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015/2015_07/Lei/L13146.htm. Acesso em 20/07/2016.
 Santos, J. P. Dos, Kowat, J. D., Dutra, G. A., & Almeida, M. De. (2012). Uma Análise de Barreiras Arquitetônicas (Arquitetura Barreiras) para a Melhoria da Mobilidade das Pessoas Visuais. In: 14(04).
 SILVA, R. F. L. Design de produto integrado ao projeto eletrônico: avaliação do projeto de tecnologia assistiva "caneleira longa eletrônica" e sua contribuição para a inclusão de deficientes visuais em espaços urbanos abertos. Florianópolis, 2008.
 SANTOS, D. B. et al. Desenvolvimento de uma tecnologia eletrônica para integração de pessoas com deficiência visual. Florianópolis, 2010.
 REDDY, A. C. Cidades inteligentes: um novo paradigma na realidade do conectividade. São Paulo, 2015.
 Smart Cane. In: <http://www.transitalliance.org/>.
 Ultra Cane. In: <http://www.ultracane.com/>.

ETHICS COMMITTEE APPROVAL NUMBER

1564/06

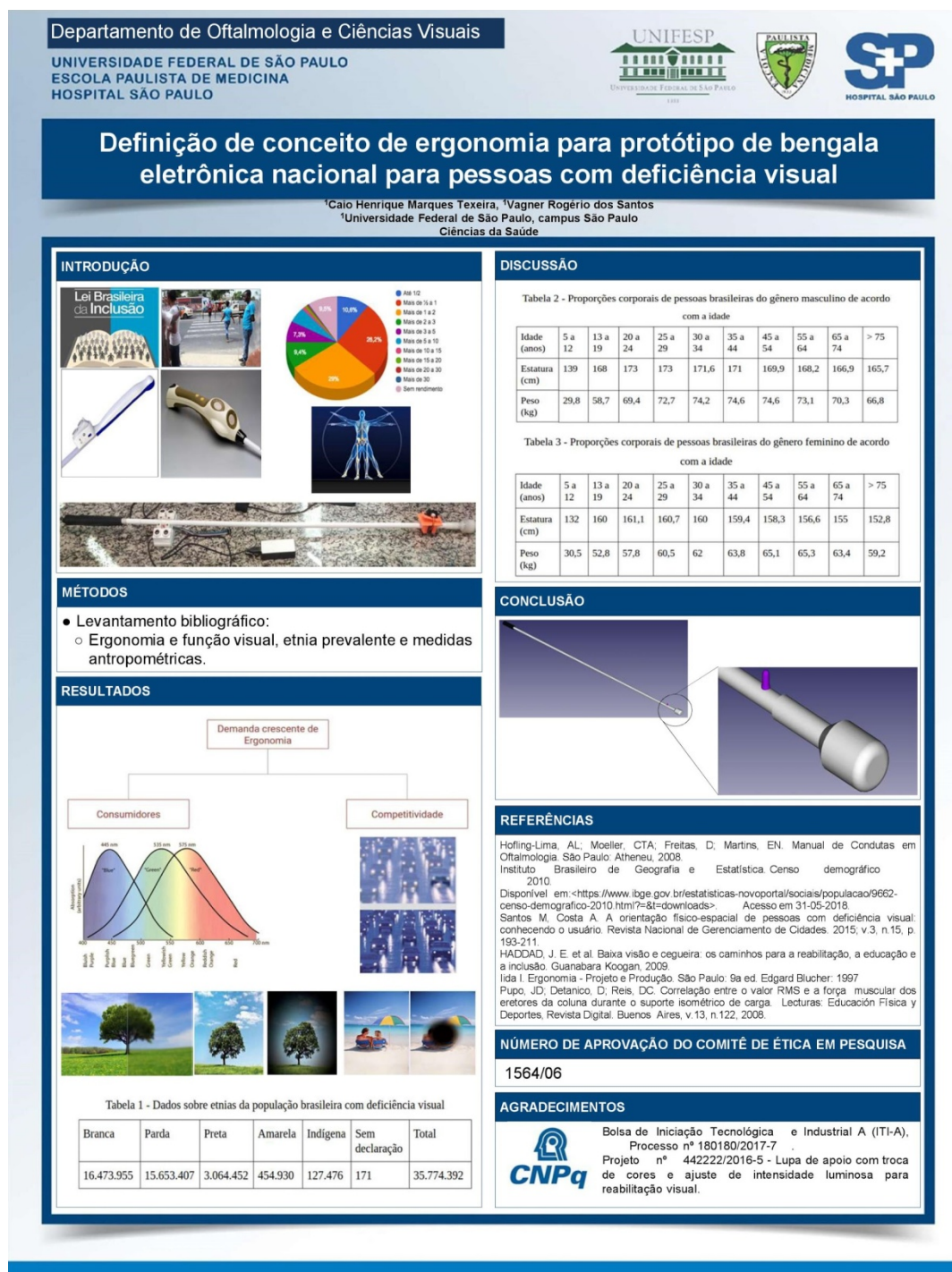
FINANCIAL SUPPORT

Technological and Industrial Initiation Grant- Process No. 180180/2017-7, Project 442222/2016-5 - Support magnifying glass with color change and light intensity adjustment for visual rehabilitation.

Fonte: Próprio autor.

Figura 28. Pôster apresentado no 19th Research Days do Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais da UNIFESP

- “Definição de conceito de ergonomia para protótipo de bengala eletrônica nacional para pessoas com deficiência visual” no IV Congresso Acadêmico UNIFESP, em junho de 2018 (figura 29);



Fonte: Próprio autor.

Figura 29. Pôster apresentado no IV Congresso Acadêmico UNIFESP

8.4.1.2 Apresentações orais

- “Mobilidade e Deficiência Visual: Perspectivas em Cidades Inteligentes” no III Congresso Acadêmico UNIFESP, em maio de 2017;

- “Definição de conceito de ergonomia para protótipo de bengala eletrônica nacional para pessoas com deficiência visual” no IV Congresso Acadêmico UNIFESP, em junho de 2018.

8.4.2 Como co-autor

8.4.2.1 Apresentações de pôsteres

- “Teste de Citotoxicidade de Materiais (PLA e ABS) Utilizados em Manufatura Aditiva por Termofusão (Impressão 3D) para Utilização no Desenvolvimento de Tecnologias Para Saúde” no IV Congresso Acadêmico UNIFESP, em junho de 2018;
- “Avaliação da precisão da manufatura aditiva com tecnologia de termofusão na elaboração de Tecnologia Assistiva: Protótipo Lupa de Apoio para Reabilitação Visual” no IV Congresso Acadêmico UNIFESP, em junho de 2018;
- “Conceito do sistema embarcado da tecnologia *Smart Mobb*® para mobilidade urbana de pessoas com deficiência visual” no IV Congresso Acadêmico UNIFESP, em junho de 2018.

8.5. Organização de evento

- Organizador do evento “Oficina de Redação de Projetos para PIPE/FAPESP”, que teve como objetivo apresentar o programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas para alunos de graduação, pós-graduação e extensão e empresários e ensiná-los como escrever um projeto para este programa oferecido pela FAPESP. O evento ocorreu em novembro de 2017.

8.6 Aula ministrada em evento

- No evento “Oficina de Redação de Projetos para PIPE/FAPESP”, em novembro de 2017, o aluno ministrou aula sobre documentação necessária

para submissão de proposta a este tipo de programa, incluindo noções de escrita de projetos.

8.7 Ações sociais

- Oferecimento da oficina “Tecnologias Assistivas para Acessibilidade em Smartphones” no II Encontro Internacional Sobreviventes da Poliomielite, realizado em setembro de 2017;
- Participação, como voluntário, nos mutirões do Programa Visão do Futuro realizados durante o ano de 2017 na UNIFESP;
- Participação, como voluntário, no mutirão de atendimento a pacientes com Xeroderma Pigmentoso realizado na UNIFESP em outubro de 2018.

8.8 Prêmios

- Envio do trabalho “Desenvolvimento de bengala eletrônica nacional para pessoas com deficiência visual com possibilidade de comunicação com *Smart Cities*” para concorrer ao Prêmio Abril & DASA de Inovação Médica, cujo resultado estará disponível em dezembro de 2018;
- Envio do trabalho “Desenvolvimento de bengala eletrônica nacional para pessoas com deficiência visual com a possibilidade de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities*” para concorrer ao Prêmio Péter Murányi 2019 - C&T, cujo resultado estará disponível em abril de 2019.

8.9 Estágios

- Estágio de observação no setor de Ceratocone do Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais da UNIFESP em março e abril de 2017;
- Estágio de observação para acompanhamento das atividades referentes ao projeto “Lupa de apoio com troca de cores e ajuste de intensidade luminosa para reabilitação visual” (projeto no qual o aluno é bolsista) no setor de Baixa Visão da Ophthal Hospital Especializado;
- Estágio no setor de Pesquisa Clínica do Departamento de Oftalmologia e

Ciências Visuais da UNIFESP, de março de 2018 até o momento.

Para atuação nos protocolos do setor de Pesquisa Clínica, o aluno teve que passar por processos de certificação. Até o momento, o bolsista está certificado pela DIRC (Doheny Image Reading Center) para a realização dos seguintes exames oftalmológicos:

- Microperimetria (MAIA/Centervue) no estudo clínico “Natural History of the Progression of Choroideremia Study”, desde junho de 2018;
- Tomografia de Coerência Óptica de Domínio Espectral - SDOCT - (Spectralis/Heidelberg Engineering) no estudo clínico “Natural History of the Progression of Choroideremia Study”, desde agosto de 2018;
- Microscopia Especular (Konan CellCheck/Konan Medical) no estudo clínico “Allergan Bimatoprost SR”, desde agosto de 2018;
- Autofluorescência de Fundo (HRA2/Heidelberg Engineering) no estudo clínico “Natural History of the Progression of Choroideremia Study”, desde setembro de 2018;
- Retinografia (Visucam 500/Zeiss) no estudo clínico “Natural History of the Progression of Choroideremia Study” desde setembro de 2018.

Anexo 1 - Parecer do comitê de ética institucional



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 20 de outubro de 2006.
CEP 1564/06

Ilmo(a). Sr(a).

Pesquisador(a) VAGNER ROGÉRIO DOS SANTOS

Co-Investigadores: Ricardo Uras, Paulo Schor, Rubens Belfort Jr (orientador)

Disciplina/Departamento: Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo

Patrocinador: Recursos Próprios.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: **"Protótipo de sistema de leitura portátil para visão subnormal (livro eletrônico)"**.

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: desenvolvimento tecnológico.

RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: não se aplica - sem contato com paciente.

OBJETIVOS: Desenvolver um sistema portátil que possibilite ao portador de visão sub normal, mobilidade e acesso à educação, leitura e informação..

RESUMO: Será desenvolvido um sistema de lupa eletrônica, com capacidade de aumento com variação de 2,5 até 8 vezes da imagem real, podendo ser o ajuste de forma automática ou seletiva de acordo com a necessidade. A qualidade óptica do projeto tecnológico do livro eletrônico, será testada com a utilização de targets apropriados..

FUNDAMENTOS E RACIONAL: O estudo visa desenvolver um protótipo de sistema de leitura portátil para indivíduos com visão subnormal.

MATERIAL E MÉTODO: Descreve os equipamentos necessários, não havendo contato com paciente.

TCLE: não se aplica.

DETALHAMENTO FINANCEIRO: sem financiamento externo - R\$ 3400,80.

CRONOGRAMA: 36 meses.

OBJETIVO ACADÊMICO: doutorado.

ENTREGA DE RELATÓRIOS PARCIAIS AO CEP PREVISTOS PARA: **15/10/2007 e 9/10/2008.**

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo **ANALISOU e APROVOU** o projeto de pesquisa referenciado.

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo

Anexo 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP
Escola Paulista de Medicina - EPM
Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais
Setor de Bioengenharia Ocular
Grupo de Ergonomia Visual, Tecnologias
Assistivas e Sistemas Embarcados**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1- Título do projeto: **Desenvolvimento bengala eletrônica nacional com possibilidade de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities* para pessoas com baixa visão e cegueira.**

2- Você está sendo convidado a participar, voluntariamente, de um projeto de pesquisa, que tem como objetivo desenvolver e validar preliminarmente uma bengala eletrônica nacional com possibilidade de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities* para pessoas com baixa visão e cegueira. O funcionamento da bengala se dá conforme o seguinte: quando os seus sensores detectam obstáculos à mobilidade, é informado ao usuário através da vibração de suas respectivas pulseiras. Além disto, esta bengala conta com conexão com uma tecnologia de geolocalização aplicada em *Smart Cities*, isto quer dizer que todo o percurso feito por ela em ambiente externo é monitorado por esta plataforma, exatamente como um *GPS* (do inglês, *Global Positioning System*, ou sistema global de posicionamento).

3- Você está sendo convidado para participar, voluntariamente, da etapa de validação preliminar do protótipo, isto é, nesta etapa está sendo avaliado o desempenho técnico do protótipo, se ele está atendendo ao que se propõe. Esta validação ocorrerá em ambientes interno e externo. A validação em ambiente interno ocorrerão em um anfiteatro do Edifício de Pesquisas II da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e a validação em ambiente externo em torno do quarteirão onde está situado o prédio, iniciando-se a partir de sua entrada, na rua Pedro de Toledo, passando pelas ruas Botucatu, Loefgren, Napoleão de Barros e chegando novamente à entrada do Edifício de Pesquisas II. Para a validação, você será vendado (com uma máscara ocular) e, então, você deverá se locomover utilizando o protótipo da bengala eletrônica desenvolvido neste estudo. Esteja à vontade para, durante o trajeto, se quiser, fazer apontamentos quanto à sua experiência com o dispositivo, pontos positivos e pontos negativos.

4- Após a validação, você será convidado a responder a um breve questionário em formato de entrevista sobre suas opiniões e apontamentos em relação ao dispositivo. As informações obtidas com este questionário serão utilizadas para futuro aprimoramento do protótipo.

5- Todas as informações fornecidas por você enquanto participante do estudo serão mantidas codificadas (não permitindo identificação pessoal do participante) e

em confidencialidade. Elas serão utilizadas somente pela equipe do estudo para análises dentro do estudo. Os resultados obtidos neste estudo poderão ser apresentados em atividades de finalidade acadêmica (publicação de artigos científicos, apresentações de trabalhos em congressos, etc), portanto imagens da validação e respostas dos questionários poderão ser divulgados neste tipo de atividade, resguardando sempre os dados pessoais do participante.

6- Não são esperados riscos à sua participação no estudo, entretanto, se ocorrer alguma situação que te prejudique, comprovadamente, devido à sua participação no estudo, serão tomadas as providências necessárias para tentar reduzir ao máximo ou eliminar as consequências desta situação.

7 - Lembrando que a sua participação é voluntária. Mesmo após aceitar participar do estudo, se em algum momento, você decidir retirar seu consentimento e deixar de participar, você poderá fazê-lo, sem nenhuma penalização, sem prejudicar nosso estudo, sem ter que dar qualquer explicação e sem ter prejuízo no seu vínculo com a instituição onde você faz algum acompanhamento/tratamento médico (se houver).

8- Não há despesas pessoais ou custos para sua participação no estudo e você não será remunerado pela sua participação no mesmo.

9- Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos pesquisadores responsáveis pelo estudo para esclarecimento de eventuais dúvidas e ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (que aprovou este estudo, sob o nº 1564/06) caso tenha alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa.

Pesquisador/I nstituição	Função no estudo	Telefone	Endereço	e-mail
Prof. Dr. Vagner Rogério dos Santos	Pesquisador Principal e Orientador da Pesquisa	(11) 5576- 4981	Rua Pedro de Toledo, 669 - 4º andar - Vila Clementino, São Paulo	vagner_rogerio@yahoo.com.br
Acadêmico Caio Henrique Marques Texeira	Pesquisador	(11) 94542- 1153	Rua Pedro de Toledo, 669 - 4º andar - Vila Clementino, São Paulo	caiomtex@gmail.com
Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP	Não se aplica	(11) 5571- 1062	Rua Botucatu, 572 - 1º andar - Cj. 14 - Vila Clementino, São Paulo	cepunifesp@epm.br

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li

descrevendo o estudo de **Desenvolvimento bengala eletrônica nacional com possibilidade de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities* para pessoas com baixa visão e cegueira**, tendo ficado claros os objetivos do estudo, procedimentos a serem realizados e condições sob as quais participarei deste estudo, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Desta forma, concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízos quaisquer.

Assinatura do participante voluntário

Data

Assinatura de um pesquisador do estudo

Data

Anexo 3 - Questionário para validação do protótipo

Com base na sua experiência em relação ao protótipo da bengala eletrônica, por favor, responda as questões abaixo.

1- Na sua opinião, o protótipo atingiu objetivo proposto, isto é, conseguiu detectar obstáculos e informar através das pulseiras corretamente?

☐ Sim.

☐ Não.

2- Durante a validação, você percebeu alguma falha no funcionamento do protótipo, por exemplo, interrupção da detecção de obstáculos ou da notificação ao usuário por meio das pulseiras ?

☐ Sim.

☐ Não.

3- Se você respondeu “Sim” na questão anterior, descreva a(s) falha(s) no funcionamento encontrada.

4- Você considera o atraso na resposta (*delay*) por parte dos sensores ultrassônicos um ponto relevante, isto é, este atraso atrapalhou o funcionamento do protótipo?

☐ Sim.

☐ Não.

5) Neste item, sinta-se à vontade para expor quaisquer comentários, críticas e/ou sugestões relacionadas ao protótipo e ao seu funcionamento.

Anexo 4 - Pedido de depósito de patente do trabalho “Bengala branca eletrônica nacional com interface de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities*” junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica da UNIFESP

Universidade Federal de São Paulo
Núcleo de Inovação Tecnológica



Ao
Núcleo de Inovação Tecnológica da UNIFESP - NIT/UNIFESP
Rua Sena Madureira, 1500 – 2º andar - Vila Clementino
CEP 04021-001 São Paulo, SP

Prezados Senhores,
Eu, Caio Henrique Marques Texeira, 95379, lotado e com exercício no Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais da EPM/UNIFESP, encaminho a este Escritório os documentos abaixo relacionados, a fim de dar início a avaliação de pertinência do pedido de depósito da Patente de invenção denominada “Bengala branca eletrônica nacional com interface de comunicação com tecnologias existentes em *Smart Cities*”.

Relação de documentos anexos:

	Material	Nº de páginas
(X)	Relatório de Invenção	19
()	Desenhos, se necessário	-
(X)	Publicações relacionadas ao presente invento	1
(X)	Cópia de material de divulgação e/ou atestados de participação em eventos e/ou cópia de anais, onde o invento tenha sido divulgado/apresentado.	15
()	Cópia do contrato de Direitos de Propriedade Industrial firmado entre a UNIFESP e Empresa (s) participante(s), quando for o caso.	-
()	Outros documentos julgados pertinentes:	-

O PROCESSO FOI SUBMETIDO A ALGUMA AGÊNCIA DE FOMENTO (EX.: FAPESP, CNPQ, FINEP, OUTROS)? (X) Sim () Não

São Paulo, 22 de outubro de 2018.

Atenciosamente,
Caio Henrique Marques Texeira

RECEBIDO

76 / 10 / 2018

NUP/NIT
UNIFESP

Recebido no NIT em 76 / 10 / 2018

Anexo 5 - Registro da marca nominal *Smart Mobb*®

Foi feito o registro da marca nominal *Smart Mobb*® para ser utilizado como marca do protótipo. O registro da marca foi feito pelo órgão responsável no Brasil, INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial).

Anexo 6 - Registro de domínios da *Smart Mobb*®

Foram registrados os domínios nacional e internacional para a marca nominal *Smart Mobb*®. O registro nacional foi feito pelo órgão responsável no Brasil, Nic.br (Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR). O registro internacional foi feito por outra empresa atuante neste segmento.

- Registro nacional: www.smartmobb.com.br
- Registro internacional: www.smartmobb.com

Anexo 7 - Artigo publicado na *JOJ Ophthalmology* como primeiro autor



Mini Review

Volume 3 Issue 3 - June 2017
DOI: 10.19080/JOJO.2017.03.555613

JOJ Ophthal

Copyright © All rights are reserved by Caio Henrique Marques Teixeira

Visual Impairment and Smart Cities: Perspectives on Mobility



Caio Henrique Marques Teixeira^{1*}, Aline Suttili Toledo², Amanda da Silva Amorim³, Sergio Takeo Kofuji⁴ and Vagner Rogério dos Santos⁵

¹GS Ophthalmic Medical Technologist, Universidade Federal de São Paulo, SP, Brazil.

²MD, Escola Paulista de Medicina, ophthalmology and Visual Science Department, Universidade Federal de São Paulo, SP, Brazil.

³GS, Economics, Pontifícia Universidade Católica, SP, Brazil

⁴GS, Economics, Pontifícia Universidade Católica, SP, Brazil.

⁵PhD, Visual Rehabilitation and Ocular Bioengineering, Ophthalmology and Visual Science Department, Universidade Federal de São Paulo, SP, Brazil.

Submission: April 15, 2017; **Published:** June 08, 2017

*Corresponding author: Caio Henrique Marques Teixeira, GS Ophthalmic Medical Technologist, Federal university of de São Paulo, Brazil, Tel: 55 11 96632-498; Email: caiomtex@hotmail.com

Abstract

Introduction: Visually impaired people face many problems when it comes to urban mobility, even though law guarantees their rights. Many of them are able to guide well themselves using white canes and tactile devices, but they still need some help from the others to successfully complete their journey or assignment, which reduces their autonomy or even their safety. When using public transportation, the visually impaired report lack of awareness and sensitivity of people in general. Improvements of labor field are also important in order to evidence the value of the visually challenged manpower to economy, exercising social inclusion and meliorating their self-esteem. Thus, the idea of a smart city is extremely relevant, because it characterizes progress of infrastructure and services using technology, making city administration, education, public security, health service, housing and transportation even more connected and efficient. The purpose of this study is to show that the combination between concepts related to mobility of unsighted people and to smart cities results in benefits for both the visually impaired and the society.

Discussion: Improving visually impaired autonomy in mobility gathering concepts based on smart cities.

Conclusion: The fusion of concepts related to visual impairment and smart cities is extremely beneficial for autonomy, mobility and economy.

Keywords: Visual impairment; Autonomy; Technology; Mobility; Job market; Smart cities; White cane

Introduction

The term "visual impairment" refers to irreversible visual loss, even after medical treatment. World Health Organization (WHO) classifies visual function in 4 levels: normal vision, moderate visual impairment, severe visual impairment and blindness. Moderate visual impairment combined with severe visual impairment under the term "low vision". Individual with this condition, despite the visual loss, is able to plan and/or execute assignments. About 1% of the world population presents some kind of visual deficiency, and more than 90% of those are distributed in third world countries [1].

Visual loss can be either congenital or acquired. A person who had developed blindness during his life has visual memories, thus, such memories are preserved. However, those

who were born blind will not have the capacity of forming visual images, but they will develop strategies in order to structure a mental representation of space. Unsighted people normally use sonorous, kinesthetic, tactile, thermal and olfactory information through reminiscent senses [2]. In those cases, moving through places requires sensor-motor-cognitive skills, including perception, codification, learning and space information recall. That assignment can be stressful, especially for the existence of two factors that directly affects the process of space orientation: environment layout and environment quality information [2].

Even though law guarantees their rights, visually impaired people face many problems when it comes to urban mobility. Many of them are able to guide well themselves using white

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Normas para teses e dissertações [Internet]. 2a ed. rev. e corrigida. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Biblioteca Antônio Rubino de Azevedo, Coordenação de Cursos; 2015 [citado em 26/11/2018]. Disponível em: <<http://www.bibliotecacsp.unifesp.br/Documentos-Apostila/normas-para-teses-e-dissertacoes>>.