2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ARQUITETURA E TECNOLOGIAS INCLUSIVAS: PLACA SINALÉTICA DE AMBIENTES CONSTRUÍDOS COM LAYOUT FLEXÍVEL[1]

SCHNEIDER, Alana Arena (1); SILVA, Thaísa Leal da (2); MUSSI, Andréa Quadrado (3).

(1) Faculdade Meridional Imed, arquit.alana.arena@gmail.com
(2) Faculdade Meridional Imed, thaisa.silva@imed.edu.br
(3) Faculdade Meridional Imed, andrea.mussi@imed.edu.br

RESUMO

É direto de todos, inclusive das pessoas com deficiência visual (PcDV), acessarem e transitarem em ambientes internos de forma segura, em especial ambientes educacionais flexíveis. Os mobiliários destes ambientes, quando não informados de sua localização, podem gerar acidentes para as PcDV. Este trabalho é parte integrante de uma pesquisa mestrado em andamento, sendo este a segunda de três etapas de uma pesquisa maior, que busca criar um artefato que represente ambientes internos com sinalizações de obstáculos para pessoas com deficiência visual. A etapa um da pesquisa já foi testada e obteve resultados positivos no auxílio da mobilidade. A etapa três propõe uma placa tátil representativa dos espaços educacionais flexíveis, que informa antecipadamente a localização dos obstáculos às PcDV, ajudando na autonomia e mobilidade destes usuários. O propósito deste artigo é apresentar a etapa dois, verificar os materiais e tecnologias aplicadas de um módulo vibracional. O método utilizado foi o teste A/B de Martin e Hanington (2012) que trata de avaliar duas versões de um projeto. Verificou-se que o modelo aberto foi o mais eficiente na transmissão da vibração através do tato. Prototipagem rápida, Arduino e o componente vibracall são as tecnologias de fácil acesso e escalabilidadas aplicadas neste trabalho. (MESTRADO/MEIO).

Palavras-chave: *Cidades inclusivas, pessoas com deficiência visual, módulo tátil vibracional, arduino.*

ABSTRACT

It is It is straightforward for everyone, including people with visual impairments (PcDV), to access and transit safely indoors, especially flexible educational environments. Furniture in these environments, when not informed of its location, can cause accidents for PcDV. This work is an integral part of an ongoing master's research, this being the second of three stages of a larger research, which seeks to create an artifact that represents indoor environments with signs of obstacles for people with visual impairments. Step one of the researches has already been tested and obtained positive results in the aid of mobility. Step three proposes a tactile sign representing flexible educational spaces, which informs the location of obstacles to PcDV in

[1] SCHNEIDER, Alana Arena; SILVA, Thaísa Leal da; MUSSI, Andréa Quadrado. Arquitetura e Tecnologias Inclusivas: placa sinalética de ambientes construídos com layout flexível. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

advance, helping with the autonomy and mobility of these users. The purpose of this article is to present step two, to verify the materials and applied technologies of a vibrational module. The method used was the A / B test by Martin and Hanington (2012), which tries to evaluate two versions of a project. It was found that the open model was the most efficient in transmitting vibration through touch. Rapid prototyping, Arduino and the vibracall component are the technologies of easy access and scalability applied in this work. (MASTER / HALF).

***Keywords**: Inclusive Cities, Visually Impaired People, Tactile Module, Vibracall, Arduino.*

1 INTRODUÇÃO

É direito de todos o acesso e deslocamento dentro de espaços urbanos e prédios públicos ou coletivos, porém mesmo a acessibilidade sendo um direito, muitas pessoas como as que possuem deficiência visual, encontram dificuldade em transitar por esses espaços (BRASIL, 2000). Existem mais de 1,3 bilhões de pessoas no mundo com algum tipo de deficiência visual e, mais de 8 milhões de pessoas no Brasil (IBGE, 2010; WHO, 2018). Uma das maiores dificuldades de mobilidade das pessoas com deficiência visual são as barreiras físicas e a falta de acessibilidade nos espaços internos. As barreiras físicas podem ser fixas, como pilares, ou ainda, flexíveis como os mobiliários dentro dos ambientes internos dos prédios (TORRES, SANTOS, 2015).

Pessoas com deficiência visual (PcDV) possuem diversos níveis de baixa visão, podendo perceber resquícios de luz, vultos ou até mesmo nenhuma percepção visual, chamada cegueira total, onde a perda da visão é completa (BRASIL, 2008). A locomoção das PcDV ocorre por esquemas mentais, que podem ser memorizados através dos percursos realizados por eles nos espaços. Ou ainda, pelo contato tátil das mãos, que ocorre através do toque em modelos representativos de ambientes antes de acessarem o espaço real. Vários são os fatores que ajudam a codificar a memorização como pontos marcantes, cheiros, texturas ou sons (DISCHENGER, BINS, PIARDI, 2012; MUSSI *et al.*, 2016).

Existem diversos modelos táteis, que possuem o objetivo de representar ambientes com reconhecimento tátil para as PcDV, ajudando na sua mobilidade e autonomia. Porém, poucos são os que colocam os mobiliários em seus modelos, como plantas e maquetes (PERONI, VEIGA, SILVA, 2016; MUSSI et al., 2016; CESARO, SILVA, MUSSI, 2019).

Portanto, foi necessário compreender como as PcDV se locomovem e quais são as técnicas de memorização espacial que auxiliam estes usuários dentro dos ambientes. Assim como, quais as tecnologias de sinalizações existentes que auxiliam estes usuários dentro destes espaços, para assim projetar-se a etapa dois da pesquisa, utilizando prototipagem rápida e arduino na confecção do módulo vibracional.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é o segundo de três etapas de uma pesquisa em andamento, que têm como objetivo final a confecção de um artefato chamado placa sinalética de localização de obstáculos para PcDV. A função deste artefato é representar os ambientes educacionais flexíveis em escala reduzida. Serão posicionados em frente às portas de entrada dos ambientes, para serem tateados pelas mãos dos usuários antes de entrarem nos espaços. Além disso, a placa assim chamada, modificar-se-á conforme a mudança de layout do ambiente. A etapa um da pesquisa, confeccionou uma placa manual (Figura 1), através de fabricação digital com

cortadora a laser, material MDF e palitos de madeira. A placa manual representava um ambiente real de ensino com layout flexível e continha pinos que erguiam quando existia um obstáculo em determinado lugar. O teste utilizado obteve êxito, pois os usuários com deficiência visual ao tocarem a placa, conseguiam compreender o ambiente real e desviar de obstáculos (CESARO, SILVA, MUSSI, 2019).

Figura 1 – Placa sinalética manual etapa 1.



Fonte: Os autores (2020).

Nesta pesquisa, referente a etapa dois, o objetivo é modelar dois modelos confeccionados através da impressora 3D utilizando o micromotor vibracall chamados assim, de módulos vibracionais. A intenção de testar na etapa dois, os módulos vibracionais com dois modelos, é compreender se a vibração será eficiente para sinalizar um alerta de obstáculos. Obtendo êxito, a pesquisa parte para a etapa três, onde confeccionará uma placa completa com vários módulos vibracionais.

As principais tecnologias aplicadas no módulo sinalético vibracional foram a prototipagem rápida, com o uso de impressora 3D , de baixo custo do tipo FDM (*Fused Deposition Modelling* e a programação da vibração com uso do Arduino. Foram escolhidas por serem de fácil acesso e escalabilidade.

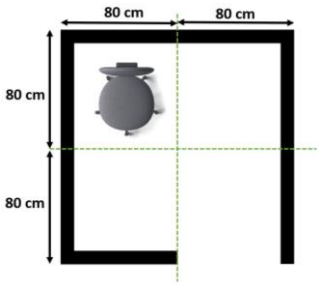
A prototipagem rápida é a tecnologia que se utiliza de equipamento e define-se como rápida por não possuir mão-de-obra humana na etapa da confecção. A impressora 3D é muito utilizada para fabricação de modelos táteis para PcDV. As máquinas que utilizam filamentos são de fácil utilização e manutenção, como por exemplo PLA rígido. Os arquivos aceitos nas impressoras devem possuir extensões STL, VRML, 3DS ou PLY. O material inserido na impressora passa pelo processo de derretimento e modelando o produto. O software da impressora recebe e planeja a direção da produção, ou seja, a maneira mais eficiente para criação do objeto. O processo ocorre de camada por camada, onde então seca e solidifica-se até a modelagem final (CELANI, BERTHO, 2007).

O Arduino foi desenvolvido para usuários com conhecimento em eletrônica e programação, propiciando a outros públicos como os da área do design, a possibilidade de qualificarem seus projetos com tecnologias digitais. O Arduino é composto por uma placa (hardware) que possui diversas entradas e saídas, microcontrolador e memória. O software realiza a comunicação através de programação no ambiente de desenvolvimento do Arduino. O software se comunica com o hardware através de sensores e atuadores. Além disso, o Arduino é uma plataforma *Open Source*, com código aberto, e qualquer pessoa pode acessá-lo. O software fica disponível para baixar gratuitamente no site do Arduino (EVANS, NOBLE, HOCHENBAUM, 2013; OLIVEIRA, ZANETTI, 2015; MCROBERTS, 2015).

Diversos são os projetos já desenvolvidos na área da pesquisa deste trabalho com uso de Arduino, voltado para o desenvolvimento de tecnologias assistivas para PcDV. Entre eles estão: bengalas que emitem vibração e leitores de cores que emitem som e vibração. Ambos os projetos utilizaram o micromotor vibracall como gerador de vibração (ALMEIDA, MAESTRA, 2018; ALMEIDA *et a*l. 2015).

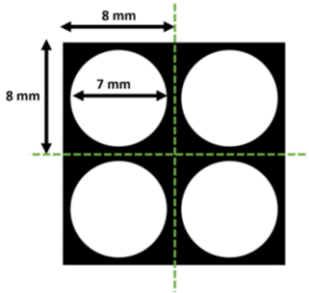
O módulo neste artigo é a representação de um ambiente hipotético de 1,60 m por 1,60 m (Figura 2) com a disposição de uma cadeira que será trocada de lugar conforme o teste. O módulo tátil vibracional representado terá sua modulação em forma de pontos que, na escala real, representarão 80 cm x 80 cm, conforme Figura 3.

Figura 2 – Ambiente hipotético



Fonte: Os autores (2020).

Figura 3 – Representação no módulo



Fonte: Os autores (2020).

Para confecção da estrutura do módulo, o desenho do projeto foi realizado através do software Tinkercad online[2] de uso gratuito. A confecção através da impressora 3D, da marca Sethi 3D, com filamento PLA rígido, cor branco. A tecnologia aplicada foi a prototipagem rápida, muito utilizada na confecção de maquetes táteis e mapas táteis para PcDV (MILAN, 2008; DIAS, SANTOS, 2016; MUSSI *et al.*, 2016; CESARO, SILVA, MUSSI, 2019). Para avaliação do melhor formado para o módulo vibracional, foram testados dois modelos de módulos, um aberto (Figura 4) e outro fechado (Figura 5). A diferenciação dos modelos serviu para verificar em qual modelo, a vibração seria mais pontual e eficiente.

Figura 4 – Módulo aberto



Fonte: Os autores (2020)

Figura 5 – Módulo fechado

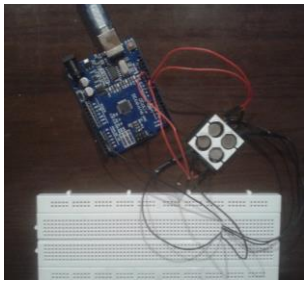


Fonte: Os autores (2020)

Para utilização da tecnologia vibracional, foram utilizados quatro micromotores vibracall retirados de sucatas de celulares, porém de mesmo tamanho e modelo, com 7 mm de diâmetro. Para testar o funcionamento do circuito foi utilizado o sistema Arduino, com a placa Arduino UNO e a programação no software Arduino. Para os dois modelos de módulos o sistema foi montado da mesma forma, através do seguinte sistema: os fios positivos dos quatro vibracall foram colocados nas portas de entrada digitais 8, 9, 10 e 11; e os fios de polaridade negativa ligados aos pinos GND (*Graduated Neutral Density Filter*) do Arduino, conforme Figura 6 e 7. A programação das oito sequências de vibração dos pontos sensoriais foi programada com intervalos de 10 segundos entre elas. Este tempo foi suficiente para que o usuário percebesse e respondesse qual ou quais pontos foi sentido a vibração. Além disso, a vibração durante cada sequência foi contínua, de modo a permitir uma percepção maior e não gerar dúvidas.

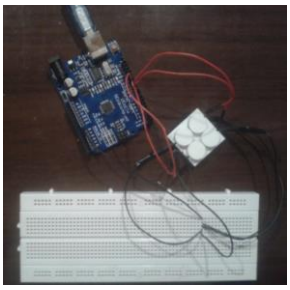
[2] Site do programa: https://www.tinkercad.com/ Fonte: Tinkercad (2019).

Figura 6 - Circuito com módulo aberto



Fonte: Os autores (2020).

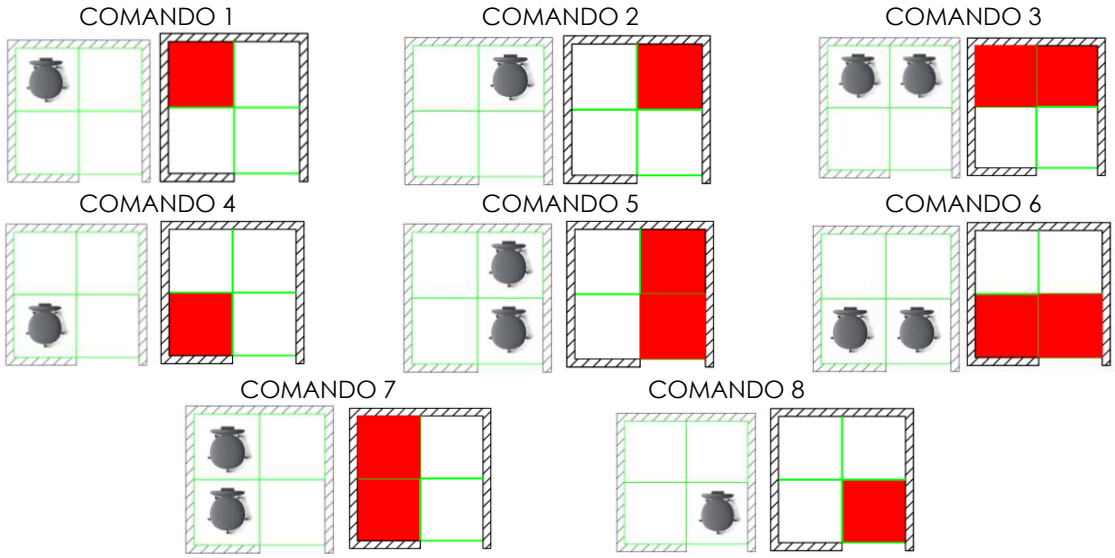
Figura 7 – Circuito com módulo fechado



Fonte: Os autores (2020).

A Figura 8 é a forma de representação da situação no ambiente hipotético e como o software será atualizado no módulo com os oito comandos de validação. Ou seja, quando houver mobiliário em um dos quadrantes do ambiente hipotético, os pontos vibracionais representativos no módulo serão acionados. Desta forma, os usuários sentem com o toque dos dedos e informam ao pesquisador qual ponto vibrou.

Figura 8 – Sequência de comandos.



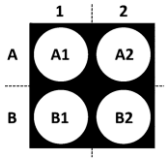
Fonte: Os autores (2020).

Após a montagem foi realizado o teste vibracional através do método de Martin e Hanington (2012) Teste A / B com cinco pessoas com os olhos vendados. Nesta etapa dois, era importante a percepção da vibração, se estava sendo efetiva, por isso não se fez uso do teste com PcDV como na etapa 1. Porém, na etapa três e final, a placa representará o ambiente real e não um hipotético, e será testado novamente com PcDV.

O teste A/B de Martin e Hanington (2012) é uma técnica de otimização, onde o pesquisador pode testar duas versões do mesmo projeto com um certo número de usuários, a fim de descobrir qual alcançará melhor o objetivo da pesquisa. Logo, o objetivo dos testes A e B dos é verificar qual versão consegue ter a vibração mais pontual em cada ponto, ou seja, qual dos módulos transmite menos vibração para os pontos vizinhos. Nesta pesquisa o teste A será a validação do módulo 1 e o teste B será a validação do módulo 2. Os testes ocorreram da seguinte forma: de olhos vendados os participantes foram informados para colocarem as mãos no Módulo e,

após cada sinalização, o usuário informava qual ou quais pontos do módulo sentiu vibrar, conforme Figura 9. Foram testadas oito sequências com cinco usuários.

Figura 9 – Nomenclatura representativa de cada ponto do módulo



Fonte: Os autores (2020)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados oito comandos e as respostas foram avaliadas como corretas ou incorretas referente ao comando enviado. Ficou claro que o módulo 1 (aberto) referente ao Teste A, obteve um maior número de respostas certas, em média 4 usuários acertavam os comandos com um vibracall ou com dois pontos vibrando ao mesmo tempo. Entretanto, com o módulo 2 (fechado) referente ao Teste B, obteve um menor número de acertos, em média duas pessoas acertavam o comando (Quadro 1). Outra observação importante, é que os comandos em que possuíam somente um vibracall acionado foi mais acertivo nas respostas dos usuários.

Quadro 1 – Respostas dos participantes no teste A / B

Comando	**Teste A (módulo 1 aberto)**		**Teste B (módulo 2 fechado)**	
	Respostas corretas	**Respostas Incorretas**	**Respostas corretas**	**Respostas Incorretas**
1	4 usuários	1 usuário	2 usuários	3 usuários
2	5 usuários	--	3 usuários	2 usuários
3	3 usuários	2 usuários	1 usuário	4 usuários
4	4 usuários	1 usuário	2 usuários	3 usuários
5	4 usuários	1 usuário	--	5 usuários
6	4 usuários	1 usuário	1 usuário	4 usuários
7	4 usuários	1 usuário	2 usuários	3 usuários
8	5 usuários	--	2 usuários	3 usuários

Fonte: Os autores (2020)

Além disso, foi relatado pelos usuários que o módulo aberto (Teste A) era mais sensível a identificação da vibração, o que não ocorreu com o módulo fechado (Teste B). Usuários relataram que sentiam o módulo inteiro vibrar, gerando muita dúvida, principalmente quando eram dois vibracall. Além disso, ficou notório que um ponto de vibracall acionado obteve mais acertos com os usuários, o que gera questionamentos se o material em PLA rígido dos módulos, não estaria transferindo a vibração, quando se trata de dois ou mais motores ligados ao mesmo tempo (comando 1, 2, 4 e 8 da tabela 1).

4 CONCLUSÕES

Diante desta etapa da pesquisa, ficou claro que deverá se desenvolver como seguimento um módulo com material mais flexível ou com uso de borrachas. A fim de analisar, se a emissão da vibração dos micromotores diminuirá, tornando a vibração mais pontual. Acredita-se que, o material rígido do PLA com o módulo totalmente fechado, transferiu a vibração com muita intensidade a toda a estrutura do módulo. Diferente do módulo 1 que estava aberto, porém é necessário melhorar

o encaixe dos fios de ligação do circuito no módulo a fim de atenuar a exposição da fiação. Também poderá, testar-se outros materiais na modelagem do módulo aberto, para analisar se existe um aumento de acertos, quando mais de um vibracall está acionado.

A pesquisa foi muito importante para avaliar se os materiais e formatos utilizados serão eficientes na placa tátil sinalética futura (etapa 3), onde deverá ter muitos outros pontos vibracionais.

Futuramente, a pesquisa deverá testar a placa sinalética final (etapa três), com mais pontos vibracionais onde deverão representar ambientes educacionais reais com as PcDV. Esta placa será a representação destes espaços e deverá ficar em frente a porta de entrada destes ambientes. Ao tocar a placa, o usuário deverá perceber através do toque da vibração e alto relevo de texturas como o ambiente está. Os pontos vibracionais serão a identificação dos obstáculos, que será memorizado pelas PcDV antes de acessarem a sala. Uma placa informativa, acessível e flexível com o ambiente trazendo mais acessibilidade às PcDV dentro dos espaços educacionais.

O projeto da placa sinalética final, poderá assim ter um potencial maior de difusão e fabricação em outras localidades, contribuindo para a efetivação de cidades mais inclusivas, com a efetiva escalabilidade de conhecimento e transferência de tecnologia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Associação Passofundense de Cegos – APACE, pela importante contribuição científica a este trabalho de pesquisa; a Fundação IMED; o Núcleo de Inovação e Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo (NITAU) do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da IMED (PPGARQ/IMED); e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. **Notes on the synthesis of form**. 9ed. reimp. Cambridge: Harvard University Press, 1977. 216 p.

ALMEIDA, Alexandre Renato; SANTOS, Jhones Clays dos; RODRIGUES, Marlon Hugo; MELLO, Ricardo Bernardes. **Construção de uma bengala eletrônica para deficiente visual**. *Interação - Revista De Ensino, Pesquisa E Extensão*, *17*(17), 111 - 128. https://doi.org/10.33836/interacao.v17i17.80. 2015.

ALMEIDA, Márcio Renan de Lima; MAESTRA, Denis Eduardo. **Sistema de identificação de cores para deficientes visuais e auditivos.** CONIC, SEMESP. 17ª Congresso Nacional de Iniciação Científica. 2018.

ARDUINO. ***Software***. 2019. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Acesso em: 16 dez. 2019.

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.

BRASIL. **Portaria nº 3128**, **de 24 de dezembro de 2008**. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual, 2008.

MUSSI, Andréa Quadrado; ROMANINI, Anicoli; LANTELME, Elvira; MARTINS, Marcele Salles. **Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual**. XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital Blucher Design Proceedings, v.3. p. 387-393. São Paulo. 2016.

CESARO, Sara Rossato de; SILVA, Luísa Batista de Oliveira; MUSSI, Andréa Quadrado**. Maquete tátil de ambiente interno: experiência com impressora 3d para pessoas com deficiência visual.** Trabalho apresentado na Mostra de Iniciação Científica MIC, IMED, Passo Fundo, 2019.

CELANI, Gabriela; BERTHO, Beatriz Carra. A prototipagem rápida no processo de produção de maquetes de arquitetura. Graphica, 2007.

DISCHINGER, Marta; ELY, Vera Helena Bins; PIARDI, Sonia Maria. Promovendo Acessibilidade espacial nos edifícios públicos: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzidanas Edificações de Uso Público. Ministério Público do Estado de Santa Catarina. Florianópolis,2012.

DIAS, Glaucia Soldati; SANTOS, Ivan Mota. **Criação de um mapa tátil através da tecnologia assistiva: mais acessibilidade aos deficientes visuais com a utilização da impressão 3d**. 12º Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design. Belo Horizonte. 2016.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino em ação**. Novatec. 2013.

IBGE. **Recenseamento do Brazil em 1872**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/Recenseamento_do_Brazil_1872/Imperio%20do%20Brazil%201872.pdf. Acesso em: 18 jun. 2019.

JUNIOR, Abelardo Couto; OLIVEIRA, Lucas Azeredo Gonçalves. **As principais causas de cegueira e baixa visão em escola para deficientes visuais.** Revista Brasil Oftalmol. 2016.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2ª Edição. São Paulo: Novatec, 2015.

MARTIN, Bella; HANINGTON, Bruce. ***Universal Methods of Design: 100 ways to research complex problems, develop, innovative ideas and design effective solutions***. *Beverly: Rockport Publishers,* 2012.

MILAN, Luis Fernando. **Maquetes táteis: infográficos tridimensionais para a orientação espacial de deficientes visuais.** Fec. UNICAMP. 2008.

OLIVEIRA, Cláudio Luis Vieira; ZANETTI, Humberto Augusto Piovesana. **Arduino descomplicado: como elaborar projetos de eletrônica**. Saraiva. 1ª ed. 2015.

PERONTI, Gabriela Gonzalez; VEIGA, Mônica; SILVA, Adriane Almeida Borda da. **A representação do espaço de arquitetura por meio de dispositivos táteis: uma revisão conceitual e tecnológica.** 2016. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2016/729.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.

TORRES, Josiane Pereira; SANTOS, Vivian. **Conhecendo a deficiência visual em seus aspectos legais, históricos e educacionais.** 2015. Disponível em: <http://claretianobt.com.br/download?caminho=/upload/cms/revista/sumarios/396.pdf&arquivo=sumario2.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2019.

TINKERCAD, Autodesk. ***Introducing the Tinkercad iPad App with Augmented Reality*.** 2019. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 16 dez. 2019.

WHO – *World Health Organization*. ***Blindness and visual impairment*.** 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>. Acesso em: 12 Jul. 2019.