

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DESTINADAS À ORIENTAÇÃO ESPACIAL, IDENTIFICAÇÃO DE OBSTÁCULOS E GUIAMENTO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

ARTIGO

ASSISTIVE TECHNOLOGIES FOR PERCEPTION AND SPACE ORIENTATION OF PEOPLE WITH VISUAL DISABILITY

Bianca Maria Vasconcelos¹, Bruno de Sousa Teti¹, Amanda de Moraes Alves Figueira¹, Lorena Maria da Silva Gonçalves¹

RESUMO: Estima-se que 1,3 bilhão de pessoas no mundo vivem com algum tipo de deficiência visual, o qual interfere diretamente na percepção espacial do ambiente, impactando na orientação espacial e na autonomia do indivíduo, e conseqüentemente, condicionando as formas de deslocamento. Tendo em vista o número de pessoas com deficiência visual e a falta de implementação de Tecnologias Assistivas (TA) de forma massificada, pode-se afirmar, que há uma considerável quantidade de indivíduos com dificuldades de orientação espacial, e conseqüente comprometimento de locomoção no percurso almejado, devido a obstáculos impostos pela sociedade. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar as ferramentas existentes, as chamadas tecnologias assistivas, que auxiliam na orientação espacial, assim como na identificação de obstáculos e no guiamento no caminho desejado, tanto em áreas internas, como em áreas externas às edificações. A metodologia seguiu as orientações dos Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) utilizando palavras-chave em concordância com o descritor booleano “AND”, como: blind; wayfinding; accessibility; visual impairment e assistive technology. Inicialmente foram encontrados 1938 artigos, porém com a aplicação dos filtros restaram 34 artigos para leitura completa. Após a leitura completa, 20 artigos foram incluídos para análise detalhada. Verificou-se que existem quatro tipos de TA sendo continuamente investigadas e aprimoradas: aplicativos, mapa tátil, piso tátil e cinto vibro tátil. Dessas, 75% das tecnologias se concentram em aplicativos voltados para orientação espacial, tendo como resposta a orientação espacial e/ou a redução considerável do percurso traçado, e conseqüentemente, no tempo estimado. Por fim, foi possível inferir que os aplicativos são as TA mais utilizadas atualmente, contudo, a ausência de uma tecnologia que funcione, simultaneamente, em ambientes internos e externos é um fato que ainda causa limitações para a autonomia nos deslocamentos das Pessoas com Deficiência (PcD) visual.

ABSTRACT: It is estimated that 1.3 billion people worldwide live with some form of visual impairment, which directly interferes with the spatial perception of the environment. This impacts on the spatial orientation and autonomy of the individual, conditioning the forms of displacement. Given the number of visually impaired people and the lack of implementation of assistive technologies (AT) in a mass form, it can be stated that there are a considerable number of individuals with difficulties in spatial orientation, and consequent impairment of locomotion in the course. Due to obstacles imposed by society. In this context, the objective of this study was to analyze the existing tools, the so-called assistive technologies, which aid in spatial orientation, as well as in identifying obstacles and guiding the desired path, both indoors and outside the buildings. The methodology followed the guidelines of the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) using keywords in accordance with the boolean descriptor “AND”, such as: blind; wayfinding; accessibility; visual impairment and assistive technology. Initially, 1938 articles were found, but with the application of filters, 34 articles remained for complete reading. After the complete reading, 20 articles were included for detailed analysis. It has been found that there are four types of at continually being investigated and improved: applications, touch map, touch floor and tactile belt. Of these, 75% of technologies focus on spatially oriented applications, responding to spatial orientation and / or considerably reducing the plotted path, and hence the estimated time. Finally, it was possible to infer that the applications are the most commonly used at today, however, the absence of a technology that works simultaneously in internal and external environments is a fact that still causes limitations to the autonomy in the displacement of people with disabilities (PcD) visual.

KEY WORDS Semantic Enrichment of BIM (SEBIM); Patterns; Visual Programming Language (VPL); Architectural Design; Social Housing

How to cite this article:

VASCONCELOS, B. M.; TETI, B. S.; FIGUEIRA, A. M. A.; GONÇALVES, L. M. S. Tecnologias assistivas destinadas à orientação espacial, identificação de obstáculos e guiamento de pessoas com deficiência visual. *Gestão e Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v.15, n. 2, p.52-68, 2020. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v15i2.161697>

¹Universidade de Pernambuco

Fonte de Financiamento:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Agência de Fomento:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Conflito de Interesse: Não há

Submetido em: 30/08/2019

Aceito em: 26/01/2020



INTRODUÇÃO

De acordo com dados do informativo da Organização Mundial da Saúde (2018), estima-se que 1,3 bilhão de pessoas no mundo vivem com algum tipo de deficiência visual. No Brasil, é considerada uma pessoa com deficiência visual, quando possui cegueira ou baixa visão ou visão subnormal. Entende-se baixa visão ou visão subnormal, “[...] quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20% no melhor olho com a melhor correção óptica” (BRASIL, 2008). No âmbito nacional, segundo os dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 23,9% da população brasileira tem algum tipo de deficiência (visual, auditiva, motora, mental ou intelectual), sendo 18,6% com deficiência visual.

Contudo, o IBGE (2010) informa que o grande número de pessoas com deficiência tem relação com o fato, de que o processo de pesquisa leva em consideração as auto declarações. Estima-se que 528.624 pessoas são incapazes de enxergar, 6.056.654 pessoas estão dentro da definição de cegueira e baixa visão, e 29.000.000 são pessoas que declaram possuir alguma dificuldade permanente de enxergar, ainda que usando óculos ou lentes.

O percentual de pessoas com algum tipo de deficiência visual no Brasil é um número preocupante, quando se percebe que o país, de forma geral, não evidencia um planejamento adequado, seja em edifícios, vias, acessos e mobiliários urbanos, para que pessoas com qualquer tipo de deficiência possam sair na rua com segurança e autonomia (BRASIL, 2012a). Essa dificuldade de locomoção diária obstaculiza o indivíduo de exercer o seu direito de trabalhar, descumprindo assim a garantia da Carta Magna de 1988, em que define no seu artigo 6º o trabalho como um direito social do homem (CECHINEL et al., 2017).

Em janeiro de 2012 no Brasil, entrou em vigor a Lei 12.587 estabelecendo a Política Nacional de Mobilidade e criou o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, com o objetivo de organizar os modos de transporte, a infraestrutura e os serviços que garantam o deslocamento de pessoas e cargas nos territórios dos municípios, demandando que estes elaborem seu Plano Municipal de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012b). Deve-se ressaltar, que no processo de implementação da mobilidade urbana sustentável, é imprescindível a participação de todas as pessoas, inclusive daquelas que possuem deficiência, pois, a mobilidade e a capacidade de ir e vir são fundamentais para a identidade das pessoas, suas experiências de vida e oportunidades (BARBOSA, 2016).

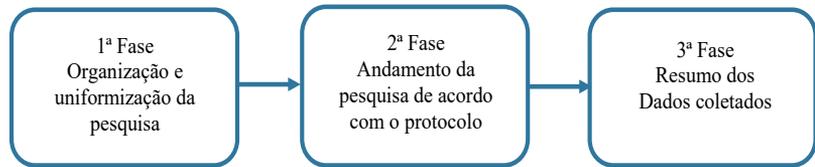
Nesse sentido, como forma de direcionar a sociedade acadêmica para desenvolver tecnologias inclusivas e integradas, e entendendo a necessidade da inserção das Pessoas com Deficiência Visual – PcD visual na sociedade, este estudo teve como objetivo, analisar as características das Tecnologias Assistivas (TA) destinadas a orientar, identificar as barreiras e guiar usuários com deficiência visual no caminho desejado, em áreas internas e externas às edificações.

METODOLOGIA

Para Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012), a revisão sistemática é uma atividade de execução sequencial que possui um objetivo final, tendo suas etapas apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Fases de uma revisão sistemática.

Fonte: Adaptado de Munlinger, Narcizo e Queiroz, (2012).



Para planejamento da presente pesquisa, no que diz respeito às definições do objetivo, dos aspectos a serem abordados e das palavras-chave, foram analisados primeiramente, alguns estudos referentes ao tema (BARBOSA; ORNSTEIN, 2014; CARATTIN et al., 2016; E. CARDOSO, 2010; MONTEIRO, 2004). Em seguida, de acordo com essa análise, foi criado o Quadro 1 com o resumo do protocolo da pesquisa.

Item	Conteúdo
Objetivos	Analisar as, tecnologias assistivas (TA) existentes, que proporcionam a orientação espacial, assim como a identificação de obstáculos e o guiamento no caminho desejado, em áreas internas e externas às edificações.
Resultados	Encontrar quais são as tecnologias existentes e quais barreiras que impedem o seu uso integral
Palavras-chave	<i>Disability; blind; wayfinding; accessibility; visual impairment, assistive technology,/// technology, obstacle.</i>
Idioma	Inglês, Português e Espanhol.
Base de dados	Scopus, CAPES.
Critérios de inclusão	Tempo de publicação: 2009 – 2018; Idiomas: Inglês, Português, Espanhol; Áreas de conhecimento: Construção Civil, Acessibilidade; Temática: Tecnologias assistivas voltadas para pessoas com deficiência visual;
Critérios de exclusão	Abordagem: Tecnologias assistivas que não avaliavam a orientação das pessoas com deficiência e/ou a detecção dos obstáculos e guiamento nos percursos rotas de ambientes.
Questões de pesquisa	* Quais as tecnologias assistivas voltadas para a pessoa com deficiência visual mais estudadas? * Quais os aplicativos que estão sendo desenvolvidos e/ou utilizados para a orientação, detecção de obstáculos e guiamento da pessoa com deficiência visual? * Quais são as principais dificuldades enfrentadas pela pessoa com deficiência visual nos deslocamentos realizados no cotidiano?

Quadro 1: Protocolo da pesquisa.

Fonte: Os autores.

Após a identificação e definição das palavras-chave no estudo primário, pesquisas na literatura foram realizadas para encontrar documentos de periódicos relevantes acerca da orientação espacial, identificação de obstáculos e guiamento nos percursos e rotas a serem percorridos por pessoas com deficiência visual. A metodologia, exploratória bibliográfica, utilizada para a realização dessa pesquisa seguiu as orientações dos Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) (LIBERATI et al., 2009).

Inicialmente foram realizadas buscas no Portal de Periódicos CAPES, sendo utilizada a opção de pesquisa avançada, onde todas as palavras-chave foram combinadas entre si e foi selecionado a opção de pesquisa das palavras que contém “no título” e “no assunto”, e o descritor booleano “AND”. Por fim, na seleção dos artigos, foram consideradas todas as bases de dados indexadas no portal, destacando-se *Scopus, SciELO (CrossRef), MEDLINE/PubMed (NLM), Web of Science, Web of Knowledge e Science Direct*.

No intuito de garantir a abrangência do estudo, optou-se utilizar a Scopus, por contemplar um maior número de revistas indexadas, devido a possibilidade de selecionar campos de pesquisa diferentes do Portal de Periódicos CAPES. Para realização da pesquisa, foi empregada as mesmas com-

binações das palavras-chave e foram utilizados os campos de busca “*Article Title*”, “*Abstract*” e “*Keywords*”, combinado com o descritor booleano “*AND*”.

Como critérios de inclusão, foram utilizados os artigos publicados nos últimos 10 anos, e nos idiomas inglês, português e espanhol. Entendendo que os artigos publicados em revistas indexadas devem possuir, pelo menos, título, resumo e palavras-chave em inglês, foram utilizadas palavras-chaves em inglês na busca de artigos.

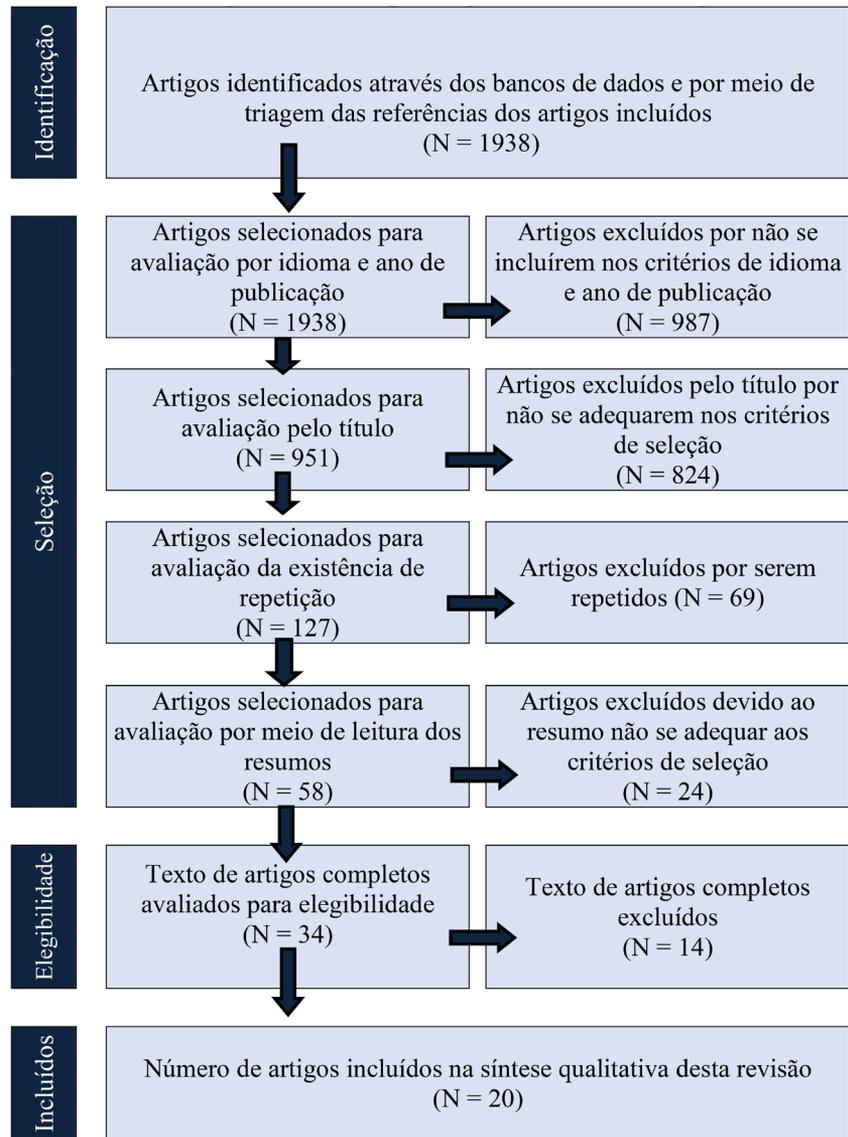
Foram incluídos artigos vinculados às áreas de Construção Civil e Acessibilidade, o que conseqüentemente, relaciona à subárea da Acessibilidade física e informacional, e que tratavam de tecnologias assistivas voltadas, exclusivamente, para pessoas com deficiência visual. Para os critérios de exclusão, os artigos que não abordavam o uso de tecnologia assistiva para orientação espacial, identificação das barreiras e guiamento em percursos e rotas de usuários não foram adotados.

O processo de seleção foi ilustrado por um fluxograma que mostra as etapas de seleção dos artigos. Após aplicação dos filtros e critérios, foram analisados os artigos de forma quantitativa, em relação ao ano e país de publicação, a nacionalidade de cada autor envolvido na publicação, e as palavras-chaves mais recorrentes. Posteriormente, foi feita a análise qualitativa de forma tal que foram examinadas as características físicas dos ambientes vinculados aos estudos (se área interna ou externa); as tipologias e funcionalidades das tecnologias assistivas contempladas nos estudos, as características das tecnologias assistivas estudadas; e, os resultados e as avaliações das tecnologias experimentadas.

RESULTADOS

Inicialmente, com a combinação de palavras-chave pré-estabelecidas, foram encontrados 1938 artigos, distribuídos nas bases de dados e nas referências dos artigos selecionados para análise, após a triagem. Dando continuidade ao processo de seleção, foram inseridos os critérios de ano (2009 a 2018) e idioma (português, inglês e espanhol), tendo o número de artigos reduzido para 951. Posteriormente, a seleção foi feita através da leitura dos títulos (excluídos 824) e repetições (excluídos 69), restando 58 trabalhos. Em seguida, foi feita a leitura dos resumos (excluídos 24) e a leitura completa para inclusão dos estudos (excluídos 14). Por fim, com os critérios adotados, foram incluídos 20 artigos para análise dessa revisão. O processo de seleção dos artigos está ilustrado no Fluxograma da Figura 2.

Figura 2: Fluxograma para seleção dos artigos.



ANÁLISE QUANTITATIVA

Para realização dessa análise foram investigados quatro parâmetros que caracterizam o estudo desenvolvido: a classificação dos artigos por ano de publicação; a classificação dos artigos por país de publicação; a classificação dos artigos em relação a nacionalidade dos autores; e a recorrência das palavras-chave encontradas nos trabalhos incluídos para meta-análise. Desta forma, serão apresentados por meio de Gráficos, os dados encontrados. O Gráfico 1 ilustra o quantitativo de publicações de acordo com os critérios de inclusão.

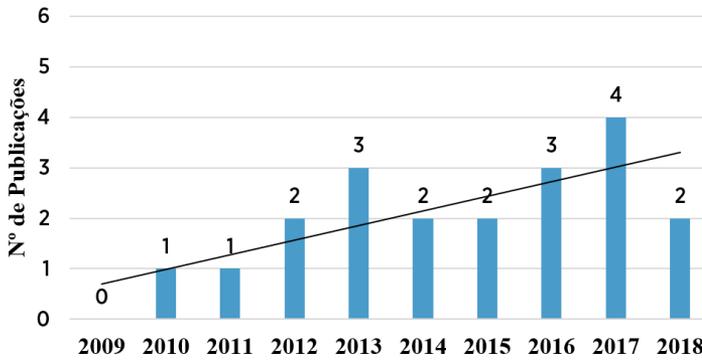


Gráfico 1: Número de publicações por ano.

Fonte: Os autores.

É possível perceber que, do ano 2010 até 2018, houve um crescimento nas publicações de artigos relacionados ao tema. Destaca-se o ano de 2017 como o período de maior produção (4 artigos), chegando a quadruplicar em relação ao ano de 2010. O Gráfico 1 pode indicar uma recente utilização de tecnologia assistiva voltada para PcD visual, com ênfase na orientação espacial, identificação de obstáculos e guiamento de percursos e rotas, resultando o escasso número de publicações no ano anterior. O Gráfico 2 ilustra o número de publicações que cada país obteve entre os anos de 2009 e 2018, esses dados reafirmam a preocupação e interesse de cada nação com o tema estudado nesse trabalho.

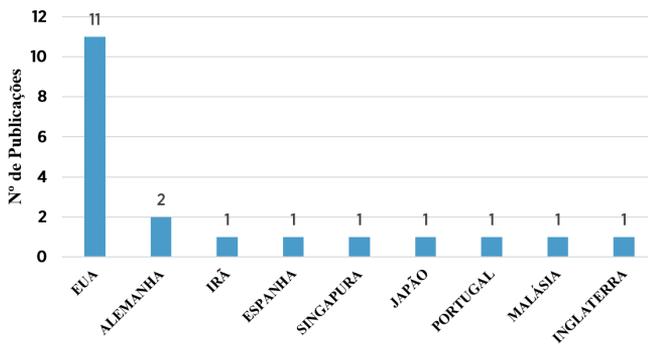


Gráfico 2: Número de publicações por país.

Fonte: Os autores.

De acordo com o Gráfico 2, os Estados Unidos foi a nação com maior número de publicações, representando 55% do total. Em segundo lugar, encontra-se a Alemanha com apenas 10% e os demais países encontrados, com apenas 1 publicação cada. O Gráfico 3 revela a quantidade de autores que cada país possui.

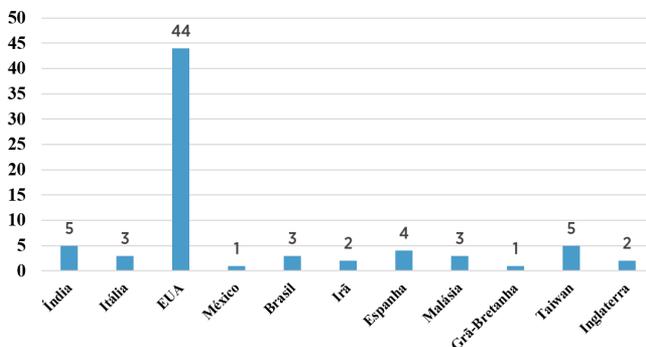


Gráfico 3: País de origem das instituições que os autores estão vinculados.

Fonte: Os autores.

aos quesitos de orientação, identificação e guiamento; o local do experimento, apresentando onde foram executados os testes, em ambiente interno e/ou externo; e as tecnologias assistivas testadas para alcançar o fim desejado.

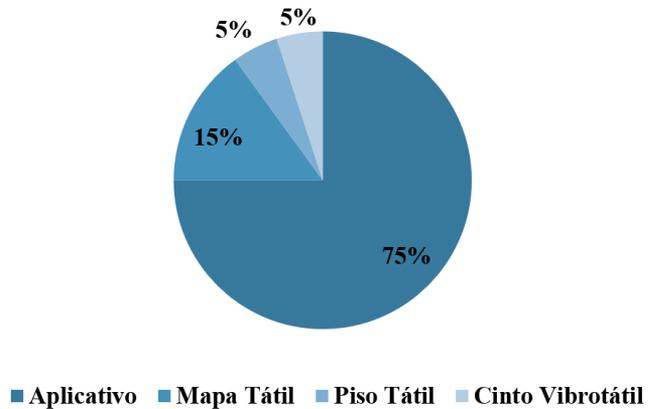
Quadro 3: Características dos estudos analisados.

Nº	Estudo	Objetivo	Local do experimento	Tecnologia Assistiva
01.	OLIVEIRA; DORO; OKIMOTO, 2018.	Investigar a produção acessível de produtos de auxílio tátil de baixo custo, a fim de avaliar a experiência do usuário e as práticas de pessoas com deficiência visual relacionada a percepção.	Área interna	Mapa tátil 2D e 3D
02.	LI, 2018.	Apresentação de um sistema de navegação assistiva móvel para ajudar pessoas com deficiência visual.	Área interna	Aplicativo (Sistema <i>INSANA</i>)
03.	CHERAGUI; NAMBOODIRI; WALKER, 2017.	Avaliar o sistema de orientação de locais internos usando <i>beacons</i> implantados em espaços internos.	Área interna	Aplicativo (Sistema <i>GuideBeacon</i>)
04.	HUANG, 2017.	Gerar automaticamente um projeto de wayfinding para um layout diferente.	Área interna	Aplicativo (<i>Way to GO</i>)
05.	RAFIAN; LEGGE, 2017.	Determinar se estimativas precisas de localização interna podem ser obtidas a partir de fotos tiradas por um pedestre com deficiência visual, usando a assistência humana remota e de <i>crowdsourcing</i> .	Área interna	Aplicativo (Sistema de navegação para smartphone)
06.	TAO et al., 2017.	Validar as ferramentas de instruções de navegação para PcD visual.	Área interna	Aplicativo (<i>PERCEPT</i>)
07.	HAMID, et al., 2016.	Investigar técnicas atuais de aprendizagem de wayfinding para pessoas na Malásia.	Área interna/externa	Mapa tátil e auditivo
08.	SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016.	Relatar os resultados de uma pesquisa sobre o parâmetro “contraste acústico” entre o funcionamento dos materiais de pavimentação e o funcionamento da superfície adjacente como pano de fundo.	Área externa	Piso tátil
09.	ZHANG; YE, 2016.	Avaliar a tecnologia assistiva <i>Pose Estimation</i> para localizar o usuário em uma planta baixa e orienta-lo para o destino.	Área interna	Aplicativo (Smartphone)
10.	BARATI; DELAVA, 2015.	Guiar o cego para o reconhecimento de obstáculos e o projeto de implementação de um sistema de sensores móveis de navegação e orientação.	Área externa	Aplicativo (Smartphone)
11.	FLORES, et al., 2015.	Propor uma tecnologia chamada vibrotátil na forma de um cinto para guiar os andadores cegos.	Área interna	Cinto vibrotátil
12.	FLORES et al., 2014.	Rastrear novamente o caminho percorrido, construir e caminhar em segurança de volta ao ponto de partida.	Área interna	Aplicativo (Sistema <i>CMAAttitude</i>)
13.	WANG et al., 2014.	Desenvolver uma tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual que vai além da “substituição da bengala”, através de um auxílio computacional de navegação.	Área interna/externa	Aplicativo (Computador)
14.	JAIN et al., 2013.	Implementar um sistema de navegação interna portátil e autônomo atualmente implantado em um prédio universitário.	Área interna	Aplicativo (Smartphone)
15.	LEGGE et al., 2013.	Implantar um sistema de localização espacial interior que proporcione as PcD visual a se locomover identificando obstáculos e se orientando espacialmente.	Área interna	Aplicativo (Smartphone)
16.	LOELIGER; STOCKMAN, 2013.	Avaliar um sistema de mapa de áudio interativo.	Área externa	Aplicativo (Computador)
17.	GUAL et al., 2012.	Avaliar a utilidade e efetividade de mapas táteis, produzidos com impressão 3D.	Área externa	Mapa Tátil 3D
18.	MANDUCHI, 2012.	Avaliar como um cego interage com um sistema de visão móvel para tarefas de descoberta e orientação.	Área interna	Aplicativo (Smartphone)

Nº	Estudo	Objetivo	Local do experimento	Tecnologia Assistiva
19.	COUGHLAN; MANDUCHI, 2011.	Validar a eficácia dos marcadores de cor para rotular locais específicos e investigar diferentes estratégias de busca para detecção de marcadores.	Área interna/externa	Aplicativo (Smartphone)
20.	MANDUCHI; KURNIAWAN; BAGHERINIA, 2010.	Avaliar um sistema que usa marcadores de cor especiais, colocados em locais-chave no ambiente, que podem ser detectados por um telefone com câmera comum.	Área interna	Aplicativo (Smartphone)

De acordo com o Quadro 3, verifica-se que 100% dos trabalhos se propôs a avaliar o uso das tecnologias como forma de orientação espacial e/ou detecção dos obstáculos e guiamento em percursos e rotas. Constatou-se também, que em 65% dos estudos, foi dado ênfase na análise em desenvolvimento e aplicação de TA em ambientes internos. Tal fato deve-se a grande dificuldade de implementar um sistema que gere liberdade e autonomia para as pessoas com deficiência, devido à complexidade e mutação do ambiente externo. O Gráfico 4 ilustra quantitativamente, os tipos de TA avaliadas nesse estudo, no período entre 2009 e 2018.

Gráfico 4 - Utilização das TA nos experimentos analisados.



No Gráfico 4, observa-se o destaque para os aplicativos e sistemas para smartphones, tablets e computadores, sendo idealizados para promover maior liberdade e autonomia ao usuário, seja em ambientes internos ou externos (CHERAGHI; NAMBOODIRI; WALKER, 2017; FLORES et al., 2015; FLORES; MANDUCHI; ZENTENO, 2015; GUAL et al., 2012; HAMID et al., 2017; HUANG et al., 2018; JAIN et al., 2013; LEGGE et al., 2013; LI et al., 2018).

O Quadro 4 apresenta as características das tecnologias assistivas estudadas: descreve as tecnologias assistivas incluídas para o estudo; tipifica a amostra das pesquisas aplicadas, explicitando a quantidade e quem eram os participantes; e fornece os resultados dos testes quanto a sua eficácia, ineficácia e potencial de ser eficaz.

Quadro 4: Análise dos testes das Tecnologias Assistivas.

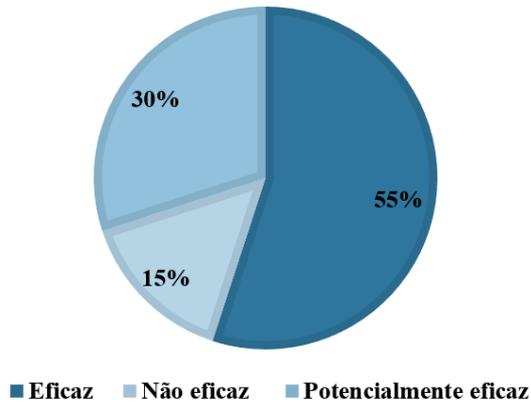
Nº	Tecnologia Assistiva	Objetivo da TA	Características da TA	Amostra	Resultados	Avaliação da TA
01.	Mapa tátil 2D e 3D	Avaliar a percepção dos usuários em relação a orientação	Mapa 2D utilização de relevo tátil de textura; Mapa 3D utilização de Impressora 3D com inserção de QR CODE para recurso auditivo.	1 participante cego	Orientação comprometida foi necessário melhorar cores, contrastes, espessuras e alturas	A TA não se mostrou eficaz para orientação, pois depende da percepção de cada usuário

Nº	Tecnologia Assistiva	Objetivo da TA	Características da TA	Amostra	Resultados	Avaliação da TA
02.	Aplicativo (Sistema <i>INSANA</i>)	Orientar e detectar obstáculos para PcD	Smartphone para executar o aplicativo; Câmera do smartphone para detectar movimento; Bengala para vibração (conectada ao aplicativo).	4 participantes estudantes	Diminuição no tempo de viagem, orientação espacial e detecção dos obstáculos	O sistema se mostrou eficaz e pronto para utilização em área interna
03.	Aplicativo (Sistema <i>GuideBeacon</i>)	Guiar as PcD em área internas	Smartphone para executar o aplicativo; Mapas interiores; Sistema Bluetooth para alto-falante.	8 participantes 7 cegos/ 1 visão normal	Tempo/Distância sem TA 308 s/166 passos; Tempo/ Dist. com TA 185 s/54 passos	Necessidade de aperfeiçoamento de acordo com as preferências e características do usuário
04.	Aplicativo (<i>Way to GO</i>)	Gerar um projeto através da leitura do layout e orientar as PcD	Utilização de computador, com processador intel core i7 de 2GB e 8GB de memória RAM.	160 participantes estudantes	Gerou o projeto do ambiente e 100% dos participantes o destino com menor distância	Sistema mostrou ser eficaz, no entanto não foi analisado com pessoas cumprindo as rotas
05.	Aplicativo (Sistema de navegação para smartphone)	Determinar localização	Smartphone para executar aplicativo; Interface composta por planta baixa e imagens representativas.	34 participantes 5 cegos/ 5 baixa visão/ 24 visão normal	Grupo de cegos 91% de êxito; Grupo de visão normal 97% de êxito	Sistema eficaz, contudo, necessita de pessoas sem deficiência dispostas a ajudar
06.	Aplicativo (<i>PERCEPT</i>)	Programa teste para guiar AVATAR no caminho	Sensores de rádio frequência; Alto falante do smartphone.	Interface digital	Identificou todos os obstáculos; gerou rotas; não houve desorientação espacial	Avaliação apenas digital, necessário um teste prático
07.	Mapa tátil e auditivo	Auxiliar a percepção da PcD no ambiente	Utilização de material de alto relevo Recurso interativo de voz.	8 participantes: Deficiência visual	Não foi possível ter a percepção do ambiente sem auxílio externo.	O material sem a tecnologia auditiva se mostrou ineficaz, o recurso auditivo auxiliou, mas não resolveu a problemática
08.	Piso tátil	Guiar PcD através de contraste acústico	Material com contraste acústico; Utilização de bengala.	147 participantes: 74 cegos/ 73 baixa visão	Diferença de ruído entre materiais dB= 2,8	Sistema efetivo para ambientes com baixo nível de ruído
09.	Aplicativo (Smartphone)	Determinar localização e orientar destino	Utilização de bengala estendida; Sensores de detecção de obstáculos; Sistema Bluetooth para alto-falante.	7 participantes cegos	100% dos experimentos obtiveram êxito	Sistema de fácil operação, contudo funciona melhor em área externa
10.	Aplicativo (Smartphone)	Guiar as PcD e detectar obstáculos	Sensor ultra-som com detecção de 2cm a 4m; Sistema de informação geoespacial (GIS); Sistema de posicionamento global (GPS)..	15 participantes Cegos	Tempo com TA - 3 min Tempo sem TA - 5 min Detectou 85% dos obstáculos	Reduz tempo de navegação; orienta com precisão e utiliza vibração para comunicação
11.	Cinto vibrotátil	Orientar a PcD para execução das rotas	Motor de vibração; sensores de localização externa; Sistema Bluetooth para alto-falante.	10 participantes cegos	Redução da distância percorrida, média de \cong 50%	Sistema eficaz, obteve redução no percurso, logo o tempo diminuiu
12.	Aplicativo (Sistema <i>CMAttitude</i>)	Guiar a PcD pelo caminho desejado	Smartphone para executar aplicativo; Sistema de detecção de velocidade no calçado; Sistema Bluetooth para alto-falante.	2 participantes cegos	Tempo com TA – 32 s Tempo sem TA – 96 s	O programa se mostra promissor, pois houve redução do percurso e tempo
13.	Aplicativo (Computador)	Melhorar mobilidade da PcD em escadas, faixa de pedestres e sinais de trânsito	Câmera RGB-D, microfone, computador portátil e sistema Bluetooth para alto-falante	Banco de dados	Precisão de detecção: Escadas e f. pedestre (91,14%) Sinal vermelho (92,5%)	Sistema eficaz e independente, contudo, seus equipamentos não são de fácil acesso
14.	Aplicativo (Smartphone)	Orientar as PcD e guiar no percurso	Smartphone para executar aplicativo; Fone de ouvido; Mapa interno.	10 participantes	Tempo com TA – 135 s Tempo sem TA – 200 s	Sistema eficaz, reduziu o tamanho do percurso e consequentemente o tempo
15.	Aplicativo (Smartphone)	Sistema para guiar e detectar obstáculos	Leitor de sensores digitais alcance frontal de 4 m; Sistema Bluetooth para alto-falante; Smartphone para executar aplicativo.	20 participantes 10 cegos/ 10 baixa visão	Identificação dos obstáculos; Coordenadas corretas	Necessidade de integração do sistema para ser mais prático
16.	Aplicativo (Computador)	Orientar a PcD	Sistema que utiliza o computador para encontrar um caminho ou identificar obstáculos.	218 participantes	Aquisição de conhecimentos espaciais e melhoria de orientação através do áudio	Se mostrou eficaz para orientação espacial do usuário. Não guia e não detecta obstáculos

Nº	Tecnologia Assistiva	Objetivo da TA	Características da TA	Amostra	Resultados	Avaliação da TA
17.	Mapa Tátil 3D	Orientar as PcD no ambiente	Impressora 3D; Escala (1:1500).	3 participantes: 1 Visão recuperada e 2 cegos	Não foi possível realizar as atividades sem ajuda	Necessidade de aperfeiçoamento dos cortes do mapa e legenda e treinamento para uso
18.	Aplicativo (Smartphone)	Guiar PcD para detectar obstáculos e orientar-se	Marcadores de cor; Smartphone para leitura dos marcadores; Sistema Bluetooth para alto-falante.	8 participantes cegos	Tempo percorrido diminuiu consideravelmente	Com a inserção da TA, os participantes relataram maior confiança no caminhar
19.	Aplicativo (Smartphone)	Verificar a eficácia dos marcadores de cor	Marcadores de cor; Leitores dos marcadores com alcance de até 6m; Sistema Bluetooth para alto-falante.	4 participantes 2 cegos/ 2 baixa visão	Marcadores reconhecidos (ambiente interno/externo)	Reconhece o local, mas não fornece as direções para locomoção
20.	Aplicativo (Smartphone)	Guiar PcD através da leitura de marcadores de cor	Marcadores com Ø=16 cm; Utilização da câmera do smartphone; Sistema Bluetooth para alto-falante.	3 participantes	1 participante terminou toda a rota	O sistema não se mostrou eficaz, visto que apenas 33% da amostra concluiu o experimento

O Quadro 4 ilustra a essência do estudo proposto, pois fornece os resultados de maneira sucinta e avalia as tecnologias utilizadas em decorrência desses resultados. O Gráfico 5 quantifica a eficácia dos 20 artigos incluídos e investigados.

Gráfico 5: Avaliação das tecnologias assistivas.



Verifica-se que 55% dos estudos versam sobre a eficácia das tecnologias em relação aos testes realizados, 15% versam sobre a não eficácia das TA, e 30% versam sobre o potencial das tecnologias se tornarem eficaz, ou seja, foram testadas e apresentaram erros, porém se solucionadas, podem se tornar eficazes.

DISCUSSÃO

As tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual, quando bem empregadas, dão liberdade e autonomia de escolha, pois, permitem que seus usuários se localizem, identifiquem os obstáculos e saibam caminhar nas rotas que desejam traçar. Contudo, existem dificuldades para implantação de um sistema completo que abranja áreas internas e externas. Para áreas externas existem sistemas, como o *GuideBeacon*, que funcionam e dão liberdade para os seus usuários. Porém, pesquisas relatam que, os maiores empecilhos para a implantação integrada dessas TA encontram-se nas áreas internas, visto que nestes locais a ausência de sinal do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e do Sistema de Informação Geoespacial (GIS) é frequente. Desta forma, os sistemas perdem o posicionamento das PcD visual e a sua base de geração de dados, ficando assim inoperantes (MANDUCHI; KURNIAWAN; BAGHERINIA, 2010; ZHANG; YE, 2016; CHERAGUI; NAM-

BOODIRI; WALKER, 2017; RAFIAN; LEGGE, 2017; LI, 2018).

Sabendo que as tecnologias que necessitam do GPS e do GIS são aplicativos que funcionam em *smartphones* e computadores, existem outras TA que não fazem uso desses aparelhos, podendo assim ser implementadas e utilizadas para suprir as grandes limitações existentes. Como exemplo, o mapa tátil 3D e 2D com auxílio de recursos auditivos, o piso tátil, o cinto vibrotátil, que são recursos destinados ao auxílio na orientação, identificação e guia.

Verificou-se nesta revisão, que esses recursos foram testados, sendo detectadas limitações para o cumprimento completo de seus objetivos, dentre os quais, a falta de capacitação para uso de mapa tátil e piso tátil; e as dificuldades para implantação do cinto vibro tátil em áreas externas. Os assuntos tratados a seguir foram organizados em tópicos, de acordo com cada tecnologia identificada e a sua eficácia em ordem crescente (GUAL et al., 2012; LOELIGER; STOCKMAN, 2013; FLORES, et al., 2015; FLORES, et al., 2015; NAQUIAH, et al., 2016; SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016; OLIVEIRA; DORO; OKIMOTO, 2018).

MAPA TÁTIL

Para Gual et al. (2012), o mapa tátil é uma planta que reúne um conjunto de técnicas construtivas que auxilia as pessoas com deficiência visual ou baixa visão sobre o curso de uma rota acessível, de forma a combinar textos em Braille e alto-relevo, e informações não táteis como o contraste de cores e a tipologia utilizada que devem promover a leitura do ambiente com a mínima ou nenhuma interferência de comunicação. Essa TA foi testada em 20% dos trabalhos, com o objetivo de observar a sua aplicabilidade no dia a dia de pessoas com deficiência visual. Verificou-se que 100% das pesquisas tiveram como resultado, a alta ocorrência de dificuldade espacial ou não detecção dos obstáculos, por parte das PcD visual (PCDV) (GUAL et al. 2012; LOELIGER; STOCKMAN, 2013; OLIVEIRA; NAQUIAH et al., 2016; DORO; OKIMOTO, 2018).

Foram estudados três tipos distintos, o mapa tátil 3D, o 2D e o mapa tátil 2D com recursos auditivos. O mapa tátil 3D foi representado com modelos táteis próximos ao escopo e com peças geométricas de maior complexidade. E, por ter na sua constituição um material policrômico, todo o material foi produzido através da impressora 3D. Os estudos resultaram na falta de percepção espacial dos participantes, que não conseguiram se localizar espacialmente. Essa problemática foi originada devido a dois motivos distintos: o primeiro foi a ausência de conhecimento para leitura do mapa, gerando assim a necessidade de fornecer treinamento; e o segundo foi a necessidade do aperfeiçoamento dos cortes dos mapas, das legendas, dos contrastes e das espessuras, pois, a baixa habilidade na leitura do ambiente gera uma maior necessidade na clareza das representações. (GUAL et al. 2012; OLIVEIRA; DORO; OKIMOTO, 2018).

Em relação à usabilidade do mapa tátil 2D e o mapa tátil 2D com recursos auditivos para orientação espacial, o material utilizado para produção do mapa das pesquisas faz uso de alto relevo e alto contraste. Em relação a tecnologia auditiva, foi instalado um *QR code* (código de resposta rápida), que com o auxílio de um leitor com a câmera do *smartphone* localiza a posição da PcD visual, identifica os obstáculos e guia até a rota escolhida. (LOELIGER; STOCKMAN, 2013; OLIVEIRA; DORO; NAQUIAH et al., 2016; OKIMOTO, 2018). Contudo, após a inserção do recurso auditivo, foi diagnosticado o aumento da orientação e da identificação dos obstáculos ao longo do percurso. Apesar da melhoria em termos de posicionamento, essa TA ainda possui limitações, pois, durante o caminho indicado pelo *QR code*, as pesquisas apontaram que o usuário ainda se encontrava inseguro e necessitava de ajuda para concluir o trajeto (LOELIGER; STOCKMAN, 2013; NAQUIAH et al., 2016).

Desta forma, ficou evidente que a utilização do mapa tátil com o objetivo de orientar o usuário, detectar os obstáculos e guia-los até o local desejado, não

mostrou eficácia, pois, 100% dos estudos resultaram na dificuldade espacial e consequente necessidade de auxílio externo para a conclusão da atividade por parte das pessoas com deficiência visual (GUAL et al. 2012; LOELIGER; STOKMAN, 2013; OLIVEIRA; DORO; NAQUIAH et al., 2016; OKIMOTO, 2018).

PISO TÁTIL E CINTO VIBROTÁTIL

O piso tátil é definido como um revestimento com texturas, cores e formas em alto relevo, que auxiliam as pessoas com deficiência visual no acesso e locomoção em rotas a serem traçadas. Peças diferenciadas são combinadas com a composição local do piso e se destacam com o objetivo de orientar o caminho (SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016). O artigo estudado utilizou um piso com contraste acústico com 147 participantes, sendo 74 cegos e 73 pessoas com baixa visão, a fim de aferir a diferença de ruído entre os planos quando tocados por uma bengala. O experimento aconteceu próximo a um local escolar com pouco ruído externo dos automóveis, e em um momento diferente do horário normal das atividades. Foram colocados quatro tipos de piso de pedras diferentes e solicitado para que os participantes com o auxílio da bengala, executassem o percurso e as identificassem, concomitantemente. O ruído emitido pelo material acústico e pelo pavimento de concreto foram medidos. Como resultado, foi possível obter para o material pedregoso (*porphyry*) uma mudança sonora de 2,8 dB. Uma diferença razoavelmente grande para a percepção auditiva humana, quando baseada na Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01), pois, a mesma elucida que a quantidade de decibéis (dB) somada a um determinado nível de pressão sonora que implica na duplicação da dose de exposição é de 3 dB. Isto ocorre devido ao ruído ser medido em uma escala logarítmica.

Contudo, apesar dos resultados serem expressivos para um determinado tipo de material, os autores salientaram que essa TA deve encontrar limitações em relação ao ambiente aberto e que possua elevado nível de ruído, pois esse fator influenciará negativamente na percepção auditiva da pessoa com deficiência visual. Dessa forma, recomenda-se essa TA, preferencialmente, para ambientes internos e silenciosos (SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016). Produzido também para ambientes internos, a tecnologia do cinto vibrotátil foi idealizada e testada com o objetivo de orientar o usuário na realização das rotas desejadas. Esse sistema é composto por um motor de vibração acoplado ao cinto e ligado a sensores de detecção de obstáculos. Esses sensores se comunicam por meio de um sistema *bluetooth* com o cinto, que emitem vibrações de baixa ou alta intensidade de acordo com a proximidade dos obstáculos. Um dos estudos realizou um experimento com 10 pessoas cegas, consistindo na realização de uma rota sem auxílio. Houve, em média, uma redução de 50% no trajeto do percurso realizado (FLORES et al., 2015).

Nesse sentido, acredita-se que o piso tátil e o cinto vibrotátil são tecnologias assistivas apropriadas para a utilização em ambientes internos. O piso tátil fazendo uso de material acústico, apresenta essa especificidade quando há a necessidade de um ambiente mais silencioso. No caso do cinto vibrotátil, há a necessidade de sensores instalados no ambiente para que oriente o usuário de acordo com a proximidade dos obstáculos (FLORES et al., 2015; SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016). Porém, o baixo número de estudos encontrados, em relação a esses tipos de TA, explicitam a necessidade de testes em diversos locais, a fim de permitir uma validação ou diagnóstico preciso sobre essas tecnologias.

SISTEMAS DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONES, TABLETS E COMPUTADORES

Cotidianamente, o avanço tecnológico vem acontecendo com o intuito de proporcionar facilidades e praticidade na vida das pessoas, e isso, con-

sequentemente, se estende para as TA, com a criação de ferramentas que objetivam tornar mais autônoma e segura a vida de pessoas com deficiência. Rafian e Legge (2017) se detiveram a avaliar a ferramenta *crowdsourcing*, em que é criada uma interface digital para que pessoas com saúde visual possam fornecer estimativas de localização precisa do usuário da ferramenta. Esse fornecimento é feito através de imagens, que os voluntários enviam digitalmente, e de forma rápida a resposta de localização e orientação é devolvida como áudio, funcionando portanto, como uma assistência humana remota para navegação interna de pessoas com deficiência visual. Enquanto outras pesquisas, associam os aplicativos às tecnologias assistivas mais conhecidas e comuns, como a bengala, com a detecção de obstáculo transmitida como resposta em forma de sinais vibratórios (LI, 2018).

No que diz respeito à localização do usuário dentro do ambiente onde se pretende navegar, verifica-se o crescimento no número de pesquisas com o uso do GPS, que cumpre o objetivo de localização em conjunto com GIS, que por sua vez, fornece a orientação espacial através dos mapas integrados em sua plataforma (COUGHLAN; MANDUCHI, 2009; GUAL et al., 2012; LOELIGER; STOCKMAN, 2013; WANG et al., 2014; BARATI; DELAVA, 2015; NAQUIAH, et al., 2016; SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016). Contudo, as ferramentas GPS e GIS em áreas internas tornam-se desfavoráveis, devido à ausência e/ou interrupção de sinal. Desse modo, cria-se uma necessidade de implantação de novos dispositivos que orientem os usuários em áreas internas, em que contempla um mapa específico do local (LEGGE et al., 2013; HUANG, 2017; CHERAGUI; NAMBOODIRI; WALKER, 2017; RAFIAN; LEGGE, 2017; LI, 2018).

A mesma limitação é identificada na detecção de obstáculos fazendo uso das tecnologias GPS e GIS, contudo, a utilização de sensores e marcadores de cor são soluções práticas encontradas para solucionar o problema. No que concerne aos sensores, podem ser instalados em áreas de interesse, estrategicamente determinadas, de acordo com o ambiente a ser utilizado, para facilitar a utilização da tecnologia. A comunicação dos sensores é feita através do sistema *Bluetooth*, e geralmente, se conecta a um alto falante de celular ou fone de ouvido para dar a resposta, podendo também ser ligado a bengalas ou cintos vibratórios que aumentam sua intensidade de vibração, de acordo com a proximidade do obstáculo. Quanto aos marcadores de cor, é necessário possuir uma câmera para fazer a leitura. Comumente, as câmeras de *smartphones* são utilizadas juntamente com o aplicativo e após a leitura as informações são processadas pelo programa e transmitidas de acordo com as suas configurações (MANDUCHI; KURNIAWAN; BAGHERINIA, 2010; MANDUCHI, 2012; LEGGE et al., 2013; FLORES et al., 2014; FLORES, et al., 2015; ZHANG; YE, 2016; TAO et al., 2017; LI, 2018).

Após a localização e detecção de obstáculos, sabe-se que a finalidade principal das TA é o guiamento das PcD visual através das rotas desejadas. Para isso, 67% das pesquisas, com foco em aplicativos, criaram sistemas compostos por mapas interiores, sensores ultrassônicos ou de movimento, e marcadores de cor. O objetivo dessa junção foi evitar a desorientação dos usuários e diminuir o percurso, e conseqüentemente, reduzir o tempo de deslocamento. Como resultado, a diminuição do tempo de deslocamento é o fator determinante na eficácia desses aplicativos. Fazendo uso da tecnologia assistiva, o tempo até o usuário chegar ao destino final foi consideravelmente diminuído em todos os estudos avaliados. Contudo, ficou claro que apesar dos esforços para criar uma TA que suprisse a necessidade em áreas internas e externas, os resultados ainda não são satisfatórios, gerando assim, a impossibilidade de utilização de apenas uma TA destinada ao no deslocamento, durante uma rotina diária (COUGHLAN; MANDUCHI, 2009; GUAL et al., 2012; LOELIGER; STOCKMAN, 2013; WANG et al., 2014; BARATI; DELAVA, 2015; NAQUIAH, et al., 2016; SECCHI; LAURIA; CELLAI, 2016; MANDUCHI; KURNIAWAN; BAGHERINIA, 2010; MANDUCHI, 2012; LEGGE et al., 2013; FLORES et al., 2014; FLORES, et al., 2015; ZHANG; YE, 2016; TAO et al., 2017; LI, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que os aplicativos são as TA que possuem maior êxito no cumprimento dos objetivos deste trabalho, pois, possibilitam a orientação espacial, a detecção dos obstáculos e o guiamento dos usuários nos percursos e rotas desejadas. Utilizadas em 75% dos estudos analisados, as TA gerenciadas por smartphones, tablets e computadores conseguiram reduzir seu tempo de trajeto em até 50%, tendo conseqüentemente reduzido os espaços entre os pontos de partida e chegada, e a dificuldade de orientação espacial. Desta forma, fica claro que o advento da tecnologia possibilita, aos poucos, as pessoas com deficiência visual a ter mais liberdade e autonomia de escolha nos caminhos que desejam percorrer.

Todavia, o uso de forma integrada dessa tecnologia não se mostrou presente, pois, ainda há dificuldades para vencer as áreas internas e externas concomitantemente. Assim, torna-se necessário intensificar os estudos para viabilizar a interação das TA em ambientes internos e externos. Por hora, o caminho imaginável para a resolução deste problema, seria possibilitar o sinal de GPS e GIS por toda a diversidade de ambientes frequentados pelos usuários. Entretanto, torna-se complexo tornar todos os ambientes viavelmente 'plugados'.

No caso do piso tátil e do cinto vibrotátil, tratam-se de tecnologias que necessitam de ambientes com características específicas para o funcionamento, pois, ambos encontram limitações em ambientes externos. Em relação ao piso tátil estudado neste trabalho, a maior barreira se refere ao ruído do ambiente, pois, para perceber as mudanças do ambiente informado pela tecnologia, é necessário ouvir os diferentes sons emitidos pelo toque da bengala na superfície. No tocante ao cinto vibrotátil, sua maior limitação é a necessidade de instalações de sensores por todo o ambiente, dependendo portanto, de locais estáticos para fixação do sensor, impossibilitando seu uso em ambientes externos.

O teste executado em mapa tátil 2D, mapa tátil 2D com recursos auditivos e mapa tátil 3D, mostrou que o acréscimo do áudio torna o equipamento mais atrativo em relação ao seu uso, pois, as instruções através da voz facilitam o entendimento de quem as solicita. Contudo, a utilização do mapa 3D, contrariou as expectativas, mostrando um maior número de dificuldades, devido a necessidade de maior habilidade no manuseio da tecnologia. Desta forma, é possível inferir que o mapa tátil, de uma maneira geral, não fornece a autonomia necessária para que uma pessoa com deficiência visual possa se locomover.

Por fim, os estudos mostraram que existe um caminho a ser seguido para diminuir a segregação existente entre as PcD visual e a liberdade e autonomia de escolha, relativo ao deslocamento de forma segura. O desenvolvimento de tecnologias assistivas está proporcionando às PcD visual, melhorias na sua integração ao ambiente construído, de maneira gradativa. Contudo, apesar de não trabalharem de forma completamente integradas e eficazes, as TA estão amadurecendo e se tornando alternativas para a orientação espacial, detecção de obstáculos e guiamento de pessoas com deficiência visual.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, L. et al. Smart Station: Um Sistema Pervasivo de Notificação em Paradas de Ônibus para Pessoas com Deficiência Visual. **Revista de Informática Aplicada**, v. 12, n. 2, p. 12-19, 2017.
- BARBOSA, A. S. Mobilidade urbana para pessoas com deficiência no Brasil: um estudo em blogs. **Brazilian Journal of Urban Management**, v. 8, n. 1, p. 142-154, 2016.
- BARBOSA, M.B.; ORNSTEIN, S. W. *Wayfinding* e acessibilidade para pessoas com deficiência visual em sistemas metroferroviários. III Encontro da Asso-

ciação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Anais...**2014. Acesso em: nov/2018. Disponível: <https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/ST/ST-EPC-001-1-BARBOSA.ORNSTEIN.pdf>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 3128/2008.PORTARIA Nº 3.128, Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual. Brasília. Acesso em dez/2018. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva . – Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

BRASIL.Cartilha do Censo 2010 - Pessoas com Deficiência / Luiza Maria Borges Oliveira / Secretariade Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD) / Coordenação-Geral do Sistemede Informações sobre a Pessoa com Deficiência; Brasília : SDH-PR/SNPD, 2012a.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012b. Brasília: Diário oficial da União. Recuperado em 20 de outubro de 2014, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm.

CARATTIN, E. et al. Human navigation inside complex buildings : using instructions and maps to reach an area of refuge. **International Journal of Design Creativity and Innovation**, v. 0349, n. 5, p. 1-14, 2016.

CECHINEL, F. et al. A Dificuldade Encontrada Pelas Pessoas Com Deficiência Para Superar Barreiras E Se Integrar Nas Organizações E Na Sociedade. **Revista Eletrônica em Gestão e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2017.

CARDOSO, E.; SILVA, T. L. K. Recursos para Acessibilidade em Sistemas de Comunicação para Usuários com Deficiência. **Design & Tecnologia**, 2010.

LIBERATI, A. et al. Annals of Internal Medicine Academia and Clinic The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions. **Annals of Internal Medicine**, v. 151, n. 4, 2009.

LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 7, p. 285-294, 2009.

MONTEIRO, J. L. OS DESAFIOS DOS CEGOS NOS ESPAÇOS SOCIAIS: UM OLHAR SOBRE A ACESSIBILIDADE. IX ANPED SUL. **Anais...**2004.

MUNZLINGER, E.; NARCIZO, F.B.; QUEIROZ, J.E.R. Sistematização de Revisões Bibliográficas em Pesquisas da Área de IHC. **Brazilian Computer Society**, [S.1.], v. 5138, p. 51-54, 2012.

RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long Range Plan - Technology for Access and Function Research Section Two: NIDDRResearch Agenda Chapter 5: TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION -http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html.

REFERÊNCIAS DA METODOLOGIA PRISMA

1. BAGHERINIA, H.; MANDUCHI, R. Robust real-time detection of multi-color markers on a cell phone. **Journal of Real-Time Image Processing**, v. 8, n. 2, p. 207-223, 2011.

2. BARATI, F.; DELAVAR, M. R. Design and development of a mobile sensor based the blind assistance wayfinding system. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, v. 40, n. 1W5, p. 91-96, 2015.

3. CHERAGHI, S. A.; NAMBOODIRI, V.; WALKER, L. GuideBeacon: Beacon-based indoor wayfinding for the blind, visually impaired, and disoriented. **2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, PerCom 2017**, p. 121-130, 2017.

4. FLORES, G. et al. Vibrotactile guidance for wayfinding of blind walkers. **IEEE Transactions on Haptics**, v. 8, n. 3, p. 306-317, 2015.

5. FLORES, G. H.; MANDUCHI, R.; ZENTENO, E. D. Ariadne's thread: Robust turn detection for path back-tracing using the iPhone. **2014 Ubiquitous Positioning Indoor Navigation and Location Based Service, UPINLBS 2014 - Conference Proceedings**, p. 133-140, 2015.

6. GUAL, J. et al. Discapacidad visual y orientación urbana. Estudio piloto sobre planos táctiles producidos en Impresión 3D. **Psycology**, v. 3, n. 2, p.

239–250, 2012.

7. HAMID, N. N. A. A. et al. Understanding the current learning techniques of wayfinding: A case study at Malaysian association for the Blind (MAB). **Proceedings - 2016 4th International Conference on User Science and Engineering, i-USEr 2016**, p. 155–160, 2017.

8. HUANG, H. et al. Automatic Optimization of Wayfinding Design. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 24, n. 9, p. 2516–2530, 2018.

9. JAIN, D. et al. A path-guided audio based indoor navigation system for persons with visual impairment. **Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility - ASSETS '13**, p. 1–2, 2013.

10. LEGGE, G. E. et al. Indoor Navigation by People with Visual Impairment Using a Digital Sign System. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, p. 1–15, 2013.

11. LI, B. et al. Vision-based Mobile Indoor Assistive Navigation Aid for Blind People. **IEEE Transactions on Mobile Computing**, v. 1233, n. c, p. 1–1, 2018.

12. LOELIGER, E.; STOCKMAN, T. Wayfinding without visual cues: Evaluation of an interactive audio map system. **Interacting with Computers**, v. 26, n. 5, p. 403–416, 2014.

13. MANDUCHI, R. Mobile Vision as Assistive Technology for the Blind: An Experimental Study. **Computers Helping People With Special Needs, Pt II**, v. 7383, n. 1, p. 9–16, 2012.

14. MANDUCHI, R.; KURNIAWAN,

S.; BAGHERINIA, H. Blind guidance using mobile computer vision: a usability study. **Proceedings of the 12th ...**, p. 1–3, 2010.

15. OLIVEIRA, S.; DORO, L.; OKIMOTO, M. L. Study and Design of a Tactile Map and a Tactile 3D Model in Brazil: Assistive Technologies for People with Visual Impairment Sabrina. **Advances in Ergonomics in Design**, v. 777, 2018.

16. RAFIAN, P.; LEGGE, G. E. Remote Sighted Assistants for Indoor Location Sensing of Visually Impaired Pedestrians. **ACM Transactions on Applied Perception**, v. 14, n. 3, p. 1–14, 2017.

17. SECCHI, S.; LAURIA, A.; CELLAI, G. Acoustic wayfinding: A method to measure the acoustic contrast of different paving materials for blind people. **Applied Ergonomics**, v. 58, p. 435–445, 2017.

18. TAO, Y. et al. PERCEPT Indoor Wayfinding for Blind and Visually Impaired Users: Navigation Instructions Algorithm and Validation Framework. **Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health**, n. Ict4awe, p. 143–149, 2017.

19. WANG, S. et al. RGB-D image-based detection of stairs, pedestrian crosswalks and traffic signs. **Journal of Visual Communication and Image Representation**, v. 25, n. 2, p. 263–272, 2014.

20. ZHANG, H.; YE, C. An Indoor Wayfinding System Based on Geometric Features Aided Graph SLAM for the Visually Impaired. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 25, n. 9, p. 1592–1604, 2017.