

## DESIGN NA PRODUÇÃO DE MAPAS TÁTEIS: ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DE NAVEGAÇÃO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

### *DESIGN IN THE PRODUCTION OF TACTILE MAPS: ANALYSING NAVIGATION STRATEGIES FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE*

Antônio José Spirandelli<sup>1</sup>

Cassia Letícia Carrara Domiciano<sup>2</sup>

#### Resumo

Os mapas táteis podem ser considerados uma tecnologia assistiva que favorece a tomada de decisões em um percurso. Contudo, a correta interpretação das informações está relacionada a uma série de fatores. O desempenho em tarefas de orientação e mobilidade pode ser influenciado pelas estratégias que os indivíduos usam para codificar as relações espaciais e estruturar sua busca no ambiente. Dessa forma, é importante avaliar quais são as estratégias que podem melhorar o desenvolvimento do mapa cognitivo em pessoas com deficiência visual (PcDV). Para tanto, foram adotadas a revisão bibliográfica sistemática (RBS) e assistemática (RBA) da literatura. Navegar sem visão é uma tarefa complexa que exige que os indivíduos cegos tomem várias decisões para garantir sua segurança. Isso inclui a seleção de uma rota, a verificação constante de sua precisão e, por fim, o reconhecimento do destino. Portanto, é fundamental considerar questões relacionadas à orientação e à mobilidade de pessoas com deficiência visual ao projetar espaços, para garantir o direito de ir e vir com autonomia, segurança e satisfação para todos.

**Palavras-chave:** design da informação; mapas táteis; deficiência visual; orientação e mobilidade

#### Abstract

Tactile maps are an assistive technology that aid decision-making on a route. However, correct interpretation of information depends on several factors. Performance in orientation and mobility tasks can be influenced by the strategies individuals use to encode spatial relationships and structure their search in the environment. Therefore, it is important to assess which strategies can improve cognitive map development in people with visual impairments (PwDV). To achieve this goal, we conducted both a systematic literature review (SLR) and an unsystematic literature review (ULR). Navigating without sight is a complex task that requires blind individuals to make multiple decisions to ensure their safety. These decisions include selecting a route, constantly verifying its accuracy, and ultimately recognizing the destination. It is therefore essential to consider issues relating to the orientation and mobility of visually impaired people when designing spaces, in order to guarantee the right to come and go with autonomy, safety and satisfaction for all.

**Keywords:** information design; tactile maps; visual impairment; orientation and mobility

---

<sup>1</sup> Doutorando, UNESP – FAAC - Programa de Pós-Graduação em Design, Bauru, SP, Brasil, antonio.spirandelli@unesp.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8148-2352>.

<sup>2</sup> Professora Doutora, UNESP – FAAC - Departamento de Design, Bauru, SP, Brasil, cassia.carrara@unesp.br; ORCID: <https://orcid.org/0000.0001.6497.2210>.

## 1. Introdução

Os mapas táteis são considerados uma tecnologia assistiva (TA) que visa proporcionar autonomia às pessoas com deficiência visual (PcDV) ao se deslocarem em espaços públicos. Eles facilitam a orientação e a mobilidade, fornecendo uma ideia antecipada e panorâmica do ambiente, o que pode beneficiar a percepção, o planejamento e a realização de uma rota desconhecida para esses indivíduos (ALMEIDA; MARTINS; LIMA, 2015).

Embora esses dispositivos sejam projetados para auxiliar a orientação e a mobilidade de pessoas com deficiência visual (PcDV), ajudando a construir mapas cognitivos para novos espaços, o uso de mapas táteis pode ser prejudicado pela falta de familiaridade com as superfícies e representações táteis usadas ou por estratégias inadequadas para a busca de informações táteis.

A dificuldade de coletar informações espaciais por parte das PcDV não pode ser atribuída apenas à falta de experiência visual, uma vez que podem usar seus outros sentidos para adquirir conhecimento espacial e empregar habilidades cognitivas para navegar com sucesso (GUTH; RIESER; ASHMEAD, 2010; KOUTSOKLENIS; PAPADOPOULOS, 2011a, 2011b). Portanto, o desempenho em tarefas espaciais pode ser influenciado pelas estratégias que os indivíduos usam para codificar as relações espaciais e estruturar sua busca no ambiente (UINGAR; SIMPSON; BLADES, 2004).

A formação de um mapa cognitivo, por exemplo, pode ajudar na representação mental de um ambiente inexplorado. Para indivíduos cegos, os mapas cognitivos podem ser desenvolvidos diretamente por meio da experiência em um ambiente ou indiretamente por meio de descrições verbais ou escritas, ou representações gráficas tridimensionais, como mapas táteis (BLADES; UINGAR; SPENCER, 1999). De acordo com Espinosa et al. (1998), os mapas táteis são a maneira mais eficaz de desenvolver mapas cognitivos para indivíduos cegos em comparação com outros métodos mencionados. Assim, avaliar quais estratégias de leitura tátil nesses dispositivos pode contribuir com o desenvolvimento de mapas assertivos, facilitando o planejamento e a realização de rotas em locais desconhecidos.

## 2. Métodos e Procedimentos Adotados

A pesquisa adotou abordagem qualitativa, apresentando caráter bibliográfico e descritivo. Para a sua realização empregou-se dois tipos de revisão da literatura, uma assistemática (RBA) e outra sistemática (RBS). Cada um desses métodos foi empregado em etapas específicas e com objetivos distintos, como será explicitado a seguir.

### 2.1. Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA) e Sistemática (RBS) da Literatura

Foi realizada uma Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA) sobre os tópicos "deficiência visual" e "mapas táteis", com foco em estratégias de manipulação e navegação para esses dispositivos. A fonte inicial para a RBA foi uma pesquisa de artigos publicados entre 2013 e 2021 nos bancos de dados Scopus e Web of Science. Os *strings* de pesquisa usados foram: 'visual impairment' OR 'blindness'; 'tactile maps' OR 'accessible maps'; 'orientation and mobility' OR 'wayfinding'.

Após essa etapa, os principais descritores de pesquisa foram tabulados para organizar estrategicamente as próximas etapas da investigação utilizando a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS). Os descritores foram categorizados em cinco grupos (Quadro 1): os três

primeiros continham termos relacionados aos temas básicos da pesquisa (deficiência visual, mapas táteis e orientação e mobilidade), enquanto os dois últimos listavam os termos que definiam os critérios de inclusão e exclusão para a RBS.

**Quadro 1: Definição estratégica de termos para RBS.**

Grupo 01- Deficiência Visual	Grupo 02- Mapas Táteis	Grupo 03- Orientação e Mobilidade	Grupo 04- Critérios de Inclusão	Grupo 05- Critérios de Exclusão
visual impairment, visually impaired, visual impairments, low vision people, blind people, blind users, blindness.	tactile map(s), accessible map(s).	wayfinding, outdoor/ indoor navigation, landmarks, wayfinding signs, wayfinding strategies, accessibility, orientation, mobility, orientation and mobility aids.	haptic cues, outdoor wayfinding, wayfindings strategies, close environments, decision-making process, ergonomic sight, systematic movements, haptic search, raised-line diagrams, explore/ exploring, scale division, cognitive maps, spatial pattern, spatial information, environmental information, environmental perception, tactile information, tactile identification.	device, system, smart walker, smart map, multimodal / multimodal application, multisensory, smartphones, touchscreens, audio-tactile, audiovisual, computer-aided system, automating, automated, automation, augmented reality, virtual, online, geographical, cartographic, cartography.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante a fase de entrada, quando são estabelecidos os parâmetros de processamento, foram realizados testes com diferentes descritores de busca delineados durante a RBA e por fim definiu-se a seguinte combinação: (“tactile maps” OR “tactile map” OR “accessible map” OR “accessible maps”) AND (“Visual Impairment” OR “Visually Impaired” OR “Visual Impairments” OR “Low vision people” OR “Blind People” OR “Blind Users” OR “Blindness”) AND NOT (“Device” OR “System” OR “Multimodal” OR “Smartphones” OR “Audio-Tactile” OR “Computer-aided system” OR “Geographical” OR “Automating” OR “Smart map” OR “Audiovisual” OR “Automated” OR “Augmented reality” OR “Multisensory”), que resultou na seleção de 413 artigos para análise.

Na fase de processamento foram delimitados os critérios de inclusão e exclusão de

artigos, e então aplicados dois filtros para a seleção dos artigos a partir de critérios de qualificação predefinidos, relatados no Quadro 2, que exhibe todos os procedimentos metodológicos adotados.

**Quadro 2: Critérios e filtros adotados para a RBS.**

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Filtros adotados
Relacionar os descritores definidos; trabalhos publicados nos últimos 8 anos.	Trabalhos com ênfase em realidade aumentada, aplicativos ou sistemas multissensoriais para smartphones ou telas sensíveis ao toque, mapas áudio-táteis ou vibro-táteis e cartografia.	Filtro 01: leitura de título, resumo e palavras-chave; Filtro 02: leitura de introdução, métodos, discussão e conclusão.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na fase de saída, após a aplicação dos critérios de qualificação e dos filtros de leitura foram selecionados os 32 artigos que serviram como base para a pesquisa. Como complemento desta etapa, uma busca cruzada nas referências dos trabalhos selecionados identificou outros textos que também contribuíram com o estudo, totalizando 66 artigos. As buscas foram realizadas entre fevereiro e maio de 2021.

### 3. Deficiência Visual: Acessibilidade e Inclusão

A Organização Mundial da Saúde (2019) classifica a deficiência visual com base em dados funcionais da visão fornecidos por duas ferramentas: a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-11) e a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). A partir da análise da acuidade visual pode-se classificar a função visual: visão normal; deficiência visual moderada; deficiência visual grave e cegueira (Quadro 3). No caso da cegueira, a referência para a classificação é a idade de ocorrência. Assim, pessoas que nascem ou se tornam cegas até os cinco anos de idade são consideradas cegas congênitas (ORMELEZI, 2000), pois ao perder a visão nesse intervalo de tempo, não utilizarão de uma memória visual para suas construções mentais. E após os cinco anos de idade a cegueira é considerada adquirida (MACHADO, 2003).

**Quadro 3: Classificação da função visual a partir da acuidade visual.**

Classificação	Acuidade visual no melhor olho	
	Pior que:	Melhor que:
Deficiência Visual Suave	6/12	6/18
Deficiência Visual Moderada	6/18	6/60
Deficiência Visual Grave	6/60	3/60
Cegueira	3/60	-

Fonte: OMS, 2019.

O nível de mobilidade que uma pessoa cega pode alcançar está diretamente relacionado ao conhecimento do caminho de determinado lugar (UNGAR; SIMPSON; BLADES, 2004). A falta de visão dificulta prever pistas para perceber e corrigir padrões espaciais; acessar conhecimento espacial para localizar atalhos; bem como dificulta o acesso ao conhecimento espacial para integrar uma via conhecida em uma compreensão espacial ampla, o que restringe muitas pessoas com limitação visual a rotas já conhecidas (MARSTON; GOLLEDGE, 1997). Portanto, quando uma pessoa com limitação visual precisa frequentar um espaço público desconhecido, enfrenta dificuldades diante das barreiras impostas no novo percurso.

Nas investigações acerca das condições de acessibilidade de diversos ambientes para pessoas com deficiência, são consideradas barreiras os elementos que “impedem ou dificultam a percepção, compreensão, circulação ou apropriação por parte dos sujeitos dos espaços e atividades, bem como obstáculos de ordem social e psicológica que impedem seu uso efetivo” (BINS ELY; DISCHINGER; MATTOS, 2002). E podem ser classificadas, de acordo com os autores em:

- Barreiras socioculturais ou atitudinais: trata-se de uma visão preconceituosa a respeito das pessoas com deficiência, com foco em suas limitações e não em suas potencialidades;
- Barreiras físicas: são barreiras arquitetônicas ou que se relacionam ao design de produtos ou equipamentos que dificultam ou impedem o acesso independente de um usuário;
- Barreiras de informação: quando os elementos arquitetônicos ou a informação adicional (gráfica, sonora, verbal e do objeto) perturbam ou reduzem as possibilidades de obtenção da informação espacial desejada.

O termo “acessibilidade espacial” proposto por Dischinger, Bins Ely e Piardi (2012) relaciona o direito de acesso dos cidadãos com a participação no uso efetivo dos espaços, de tal forma que o exercício de cidadania esteja garantido para todas as pessoas, sem discriminação. Portanto, a acessibilidade espacial não se resume apenas à capacidade de encontrar um lugar desejado. O local também deve permitir ao usuário compreender sua função, sua organização e relações espaciais (DISCHINGER; BINS ELY; PIARDI, 2012). Andrade e Bins Ely (2011) identificaram quatro componentes fundamentais para obtenção de boas condições de acessibilidade espacial em um ambiente: orientação, deslocamento, comunicação e uso (Quadro 4).

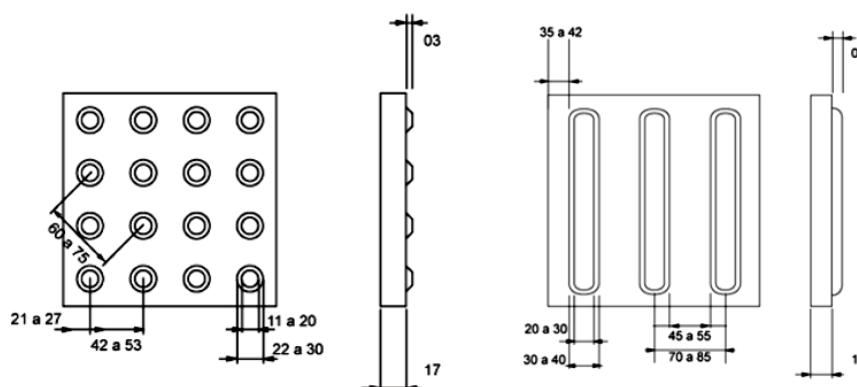
**Quadro 4: Componentes fundamentais para boas condições de acessibilidade espacial.**

Orientação	Deslocamento	Comunicação	Uso
Saber onde se está e para onde ir, a partir das informações arquitetônicas e dos suportes informativos de forma independente e autônoma.	Ter condições ideais de movimento ao longo dos percursos e seus componentes (salas, escadas, corredores, rampas, elevadores).	Forma como se dão as condições de troca e intercâmbio de informações interpessoais, e entre pessoas e equipamentos de tecnologia assistiva.	Participação do indivíduo nas atividades desejadas, utilizando os ambientes e equipamentos sem que seja necessário um conhecimento prévio.

Fonte: Adaptada pelo autor de Andrade e Bins Ely (2011, p.150).

No caso de PcDV a falta de sinais apropriados em lugares e objetos interfere de forma negativa na comunicação e no uso de ambientes e equipamentos urbanos. Assim, ao longo das últimas décadas, foram criadas leis específicas e regulamentações governamentais a fim de solucionar parte desses problemas. A ABNT NBR 9050:04 é um exemplo dessas iniciativas, e indica a implantação de rotas contínuas, desobstruídas e sinalizadas que conectam ambientes externos ou internos, podendo ser utilizadas de forma autônoma e segura por todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência. O uso do piso tátil é um exemplo de sinalização que visa facilitar a navegação de pessoas com deficiência visual, e pode ser classificado em dois tipos: alerta e direcional. O piso tátil de alerta (Figura 1) deve ser utilizado para sinalizar situações que possam causar riscos à segurança do pedestre e identificar início e término de rampas, escadas fixas e rolantes, porta de elevadores e desníveis de palco ou similares (CPA, 2005). Enquanto que o piso tátil direcional (Figura 1) deve ser utilizado como guia de orientação em ambientes internos ou externos, ou quando houver caminhos preferenciais de circulação.

Figura 1: Piso tátil de alerta (à esquerda) e piso tátil direcional (à direita).



Fonte: ABNT NBR-16537.

#### 4. Mapas Táteis

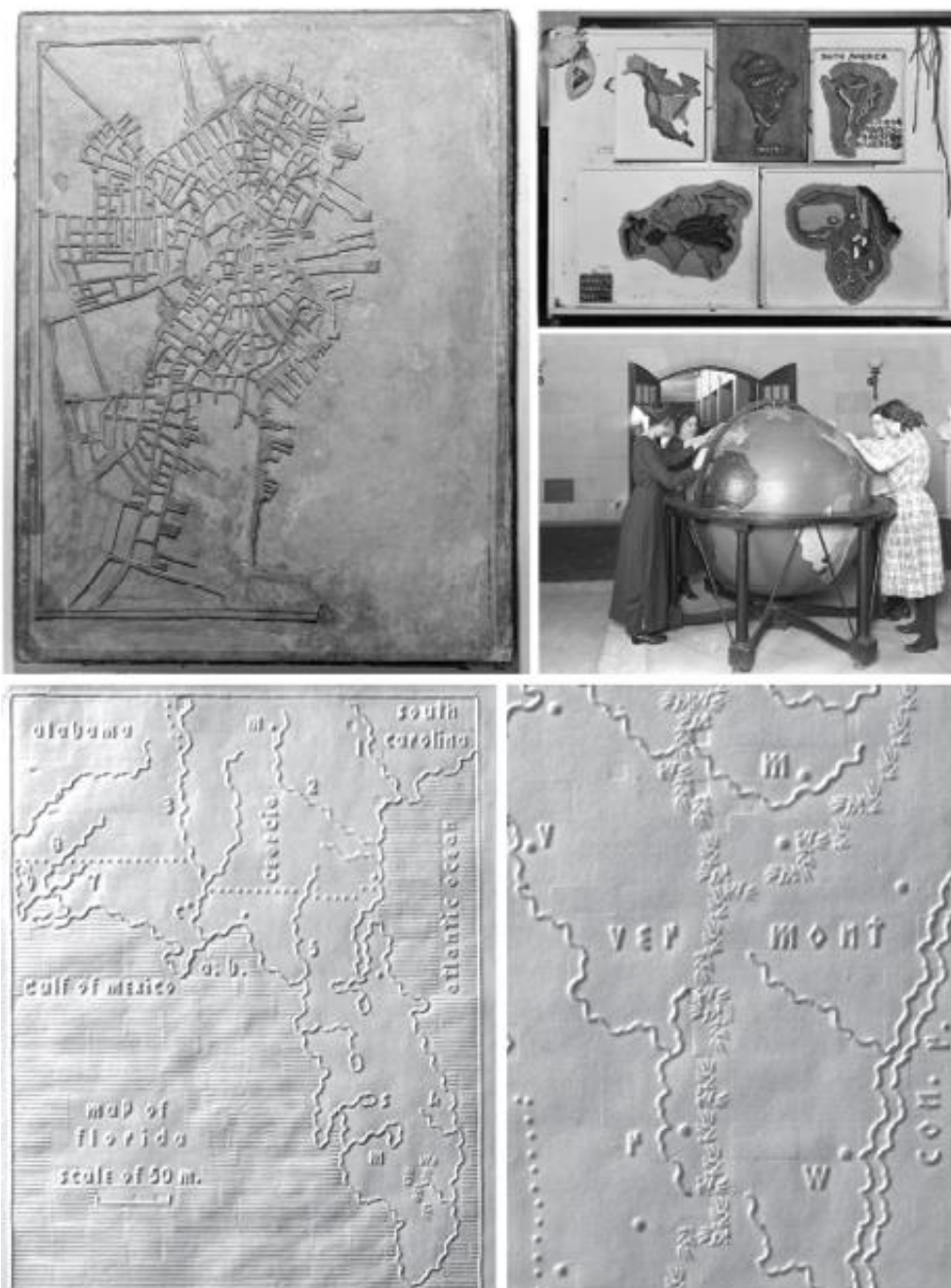
As iniciativas para a educação de pessoas com deficiência remontam ao final do século XVIII na Europa. Em 1785, Valentine Haüy fundou a primeira escola especial do mundo para cegos, a L'Institution Nationale des Jeunes Aveugles (INJA), em Paris. A INJA serviu de modelo para a criação de outras escolas, inclusive a Perkins School for the Blind, a mais antiga escola para cegos dos Estados Unidos. Samuel Gridley Howe visitou o INJA em 1829, o que o inspirou a criar a versão americana. A primeira escola para cegos no Brasil foi fundada em 1854, no Rio de Janeiro por Dom Pedro II. Originalmente chamada de Imperial Instituto dos Meninos Cegos, foi posteriormente renomeada para Instituto Benjamin Constant, em 1891 (CABRAL, 2019).

Entre o final do século XVIII e meados do século XIX, surgiram experimentos para o desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos. Em 1808, Charles Barbier inventou a "Escrita Noturna" para os soldados franceses usarem à noite, o que inspirou Louis Braille a criar o sistema de escrita braille, em 1825. Entretanto, a invenção de Braille só foi adotada mundialmente após a Exposição Internacional de Paris, em 1855 (GIAIMO, 2017).

Durante o mesmo período na Europa, os mapas táteis foram desenvolvidos como material didático para o ensino de geografia. Esse conhecimento se espalhou gradualmente

para outros países. Em 1830, Stephen Preston Ruggles, que era responsável pela impressão na Perkins School for the Blind, criou um mapa tátil de Boston usando tábuas de madeira. O mapa era usado nas aulas da instituição (veja a Figura 2). Em 1837, Samuel Gridley Howe, John C. Cray e Samuel P. Ruggles produziram o "Atlas of the United States for the Use of the Blind", que foi o primeiro atlas projetado especificamente para pessoas cegas lerem de forma autônoma (Figura 2) (GIAIMO, 2017).

**Figura 2: Acima e à esquerda, mapa de Boston por Stephen Preston Ruggles (1830), acima e à direita mapas e globo táteis da Perkins School for the Blind e abaixo Atlas dos Estados Unidos para uso dos cegos (1837).**



Fonte: Acervo da Perkins School for the Blind.

Atualmente, o mapa tátil pode ser classificado como uma tecnologia assistiva que busca atender a duas necessidades: a educação e a orientação de PcDV (LOCH, 2008). Os mapas táteis com foco na orientação e mobilidade podem ser classificados em dois tipos: de acesso coletivo e os portáteis. Os primeiros são aqueles instalados nos próprios espaços, os portáteis, possuem menor escala e atendem o uso individual (ISO, 2016). Os mapas de acesso coletivo podem ser definidos como dispositivos que promovem informações de localização em ambientes públicos internos e externos - tais como transporte público, praças e parques - a indivíduos com baixa visão e cegueira, utilizando superfícies em alto ou baixo relevo, símbolos táteis e braile. Enquanto os mapas portáteis, produzidos em tamanho menor, permitem às PcDVs explorar e aprender sobre um local desconhecido antes de ir até ele, o que reduz a ansiedade causada pela experiência de contato com lugares desconhecidos (GUAL et al., 2015b). Já Edman (1992), apresenta uma classificação diferente, apresentada no Quadro 5.

**Quadro 5: Classificação dos mapas táteis.**

Tipos	Descrição
Mapas de Mobilidade	Apresentam informações como ruas, edifícios, obstáculos, escadas, elevadores urbanos, telefones.
Mapas Topológicos	Apresentam o itinerário para os cegos e têm um alto nível de simplificação e excluem detalhes externos.
Mapas de Orientação	Contêm informações menos detalhadas do que os mapas de mobilidade, por exemplo, redes de transporte, shopping centers, áreas recreativas.
Mapas de Referência Geral	Mapas políticos ou mapas físicos de um país.
Mapas Temáticos	Apresentam informações específicas, como população, clima.

Fonte: Adaptada pelo autor de Edman (1992).

Para Rowel e Ungar (2005), um bom projeto de mapa tátil é aquele que oferece informações sem causar confusão para as pessoas, proporciona compreensão dos elementos pelo toque de maneira coerente, utiliza símbolos que sejam memorizados facilmente, e tem boa resistência ao uso. Portanto, a escolha da metodologia adequada e o conhecimento, tanto das diretrizes quanto das técnicas de produção existentes, são condições indispensáveis nesse processo.

A confecção de mapas táteis esteve, por muitos anos, dependente de técnicas artesanais de produção devido ao custo elevado do emprego de novas tecnologias para este fim. Neste universo do artesanal, cabe destaque para as técnicas utilizadas pela “Queensland Braille Map and Model Club”, uma organização voluntária que produziu mapas táteis entre as décadas de 1920 e 1940 na Austrália. A base para a construção dos relevos era papel e madeira, enquanto chapas metálicas recebiam legendas em braile (Figura 3).



Figura 3: Mapa da Austrália, Polinésia e Malásia - produzido pela Queensland Braille Map and Model Club, 1939.



Fonte: Acervo digital – Victorian Collections.

No Brasil, em 1989, a professora Dra. Regina Araújo de Almeida Vasconcellos iniciou no LEMADI - Laboratório de Ensino e Material Didático, da Universidade de São Paulo - um trabalho pioneiro no Brasil na área de Cartografia Tátil. As técnicas de produção continuaram predominantemente manuais, porém uma metodologia para o planejamento dos mapas foi implementada e permitiu a reflexão a respeito da escolha dos processos disponíveis, suas vantagens e limitações para reprodução. O grande desafio das técnicas artesanais empregadas estava na produção de cópias em larga escala, visto que, depois de confeccionados os originais, a reprodução era feita por meio da termoformagem, ocasionando imprecisão nos símbolos utilizados.

Em 1998, o professor australiano Don Parkes desenvolveu o primeiro software para a produção de gráficos táteis de modo digital, denominado TGD (Tactile Graphics Design). Nos últimos anos, com o avanço do movimento *maker*, equipamentos de prototipagem rápida se popularizaram e por consequência os valores para a produção foram reduzidos (FROSCHE, 2021). No caso dos mapas táteis, várias técnicas podem ser utilizadas na produção de modelos que permitem reprodução em larga escala e melhor legibilidade. Oliveira, Suemitsu e Okimoto (2016) apresentam algumas alternativas utilizadas com mais frequência, bem como suas aplicações e limitações (Quadro 6).

Quadro 6: Tecnologias de produção de mapas táteis a partir de matrizes digitais.

Tipo	Tipo de Modelo Produzido	Materiais que podem ser utilizados	Descrição	Capacidade de Produção	Limitações
Corte a laser	2D	Acrílico, papel cartão e madeira.	Corte em camadas que são sobrepostas	Contornos.	Impressão braille e detalhes em alto relevo.

Tipo	Tipo de Modelo Produzido	Materiais que podem ser utilizados	Descrição	Capacidade de Produção	Limitações
			posteriormente.		
Fresadora	3D	Madeira e materiais sintéticos.	Escultura por um braço mecânico.	Topografia e baixo relevo.	Impressão braile e sulcos com ângulos negativos.
Deposição de Material	3D	Resina, pó de gesso e plástico derretido.	Depósito de resina camada a camada.	Qualquer tipo de modelo a depender da resolução da máquina.	Resolução não permite alguns detalhes.
Solidificação de Material	3D	Resina líquida ou em pó.	Solidificação de resina com laser ou luz.	Modelos com alta definição e resistência.	Alto custo.

Fonte: Oliveira, Suemitsu e Okimoto (2016).

#### 4.1. Estratégias de Navegação e Leitura de Mapas Táteis

Os mapas táteis não são amplamente utilizados, pois exigem muito esforço para que se entenda e interprete os conteúdos disponibilizados, o que pode causar confusão e consequente frustração ao usuário, por este não conseguir calcular a distância entre os pontos de referência e estabelecer uma rota segura (JEAMWATTHANACHAI; WALD; WILLS, 2019).

A transformação de dados e representações espaciais do meio visual para o tátil é consideravelmente mais complexa do que simplesmente adicionar braile a um mapa (LOBBEN; LAWRENCE, 2011). Quais informações são relevantes? De que forma devem ser apresentadas? Qual a escala que deve ser utilizada? Existe um layout ideal? Essas são algumas das questões que podem surgir ao iniciar a produção de um mapa tátil para orientação e mobilidade.

Para se fazer um levantamento sobre as normatizações existentes para a criação de gráficos táteis, a publicação recente de maior relevância adotada por muitas instituições de ensino para PcDV é o guia chamado “Diretrizes e Padrões para Gráficos Táteis”, publicado pela Braille Authority of North America (BANA), em 2010. No campo acadêmico, uma das referências para o desenvolvimento de gráficos táteis é o livro de Polly Edman, “Tactile Graphics”, de 1992. Contudo, nos últimos anos é possível observar o crescimento das pesquisas na área como os estudos de Vasconcellos (1993), Gual, Puyuelo e Lloveras (2011, 2015a), Holloway, Marriott e Butler (2018) e Lee (2019).

A partir da análise das referências citadas acima, foram selecionados dois pontos de reflexão para o desenvolvimento de mapas táteis: decisões a respeito do conteúdo e questões relacionadas à legibilidade. E então os dados foram tabulados e apresentados nos Quadros 7 e 8.

**Quadro 7: Decisões a respeito do conteúdo: quais informações apresentar?**

Ponto de Reflexão	Descrição
Finalidade	Um mapa usado para planejar uma rota de caminhada em um parque pode diferir significativamente de um mapa tátil que se destina a fornecer uma visão geral, orientação ou familiarização com uma ampla área ou região, por exemplo.
Familiaridade com o produto	As estratégias de exploração de um mapa tátil estão diretamente ligadas à experiência e ao treinamento das pessoas que o utilizam. Assim, oferecer informações que estão além do nível de habilidade do leitor, faz com que o mapa não sirva para nenhum propósito útil.
Pontos de Referência	Elementos que podem ser encontrados durante um percurso, como: grama, calçadas, ruas, avenidas, meio-fio misto, cercas, rampas, escadas, calçadas, pontos de ônibus, estações de trem, estações de metrô, entradas, edifícios, elevação proeminente alterações ou outras alterações na textura da superfície.
Simplicidade	As pessoas cegas exploram gráficos táteis sequencialmente, portanto todos os detalhes que não são relevantes para compreensão das informações devem ser eliminados e o restante, como o contorno das construções, ruas e parques devem ser simplificados.

Fonte: Adaptado pelo autor de Edman (1992), BANA (2010), Gual, Puyuelo e Lloveras (2015a) e Holloway, Marriott e Butler (2018).

**Quadro 8: Questões relacionadas a legibilidade: como apresentar as informações?**

Ponto de Reflexão	Descrição
Disposição dos Elementos	Deve permitir que os dedos dos leitores tenham espaço suficiente para explorar os relevos. Os elementos volumétricos devem ter tamanho suficiente para que os dedos do leitor possam facilmente atingir sua base.
Legendas	Devem ser apresentadas antes do mapa e deve exibir e explicar claramente as várias texturas e símbolos táteis incluídos no mapa. Normalmente, as etiquetas braille devem ser posicionadas horizontalmente.
Texturas	Precisam ser fáceis de distinguir visualmente e taticamente dos outros símbolos de área no mapa e devem ser uniformes ao representar o mesmo tipo de área.
Símbolos	Padronizados para mapas táteis podem parecer uma boa ideia para pessoas com deficiência visual que se beneficiam da consistência. Os símbolos podem variar dependendo do método de produção usado e do nível de experiência do usuário do mapa.
Relevo Negativo	Recursos como ruas ou caminhos podem ser facilmente entendidos e seguidos se um relevo negativo é empregado ao invés das linhas em relevo positivo, desde que tenham espessura suficiente para conter a ponta do dedo do leitor.

Fonte: Adaptado pelo autor de Edman (1992), BANA (2010), Gual, Puyuelo e Lloveras (2015a) e Holloway, Marriott e Butler (2018).

Dessa forma, a compreensão das estratégias de navegação utilizadas por PcDVs, tanto nos deslocamentos diários, como na leitura dos mapas táteis, pode fornecer dados relevantes para a organização dos conteúdos.

#### 4.1.1. Uso de Pistas Táteis

As PcDV usam outros sentidos além da visão para obter informações espaciais e para resolver problemas de tomadas de decisão em deslocamentos. Portanto, as condições do ambiente físico podem ter um impacto profundo em seu desempenho de orientação (HUANG; YU, 2012). As informações ambientais fornecem pistas que podem incluir: mudanças nos materiais, o nível de inclinação do terreno, a disposição e a ordem dos elementos arquitetônicos para a percepção dos obstáculos e o espaço apropriado para a criação de ecos. Entretanto, para os autores, os padrões de percepção ambiental estão condicionados às experiências pessoais e treinamento para que possam influenciar diretamente o processo de navegação de PcDV.

Em estudo conduzido por Koutsoklenis e Papadopoulos (2014), foram investigadas pistas táteis utilizadas com mais frequência entre as PcDV nos deslocamentos em ambientes externos. A identificação de tais pistas, segundo os autores, pode contribuir para o treinamento de orientação e mobilidade, com a identificação e descrição desses elementos em determinada rota; e para o desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos, como os mapas táteis. O quadro 9 apresenta pistas táteis de maior relevância com base na descrição de sua função durante os deslocamentos.

**Quadro 9: Dicas táteis para navegação em ambientes externos.**

Dica	Uso		
	Ponto de Referência	Ponto de Alerta	Andar em linha reta
Mudança na textura do piso	X	X	
Calçada	X		X
Ponto de ônibus	X		
Ladeira	X		
Rampa	X	X	
Parede	X		X
Semáforo	X	X	
Canteiro de flores	X		
Buraco	X	X	

Fonte: Adaptado pelo autor de Koutsoklenis e Papadopoulos (2014).

#### 4.1.2. Descrição Verbal e Exploração Indireta

Um determinado local pode ser representado espacialmente a partir de duas perspectivas principais: do usuário e do ambiente (LOOMIS et al., 1993; THINUS-BLANC; GAUNET, 1997). A representação sob a perspectiva do usuário apresenta um referencial interno (eixo corporal) e

coordenadas egocêntricas (à direita, à esquerda, à frente e atrás). Portanto, ela se baseia no ponto de vista de um indivíduo que se move no espaço e é formada por uma codificação sequencial de informações espaciais (BLALOCK; CLEGG, 2010). Enquanto que a representação sob a perspectiva do ambiente diz respeito ao conhecimento do indivíduo sobre a localização de objetos e pontos de referência em determinado local em relação a um sistema de coordenadas fixas alocêntricas (norte, sul, leste e oeste), portanto adota uma visão panorâmica e contém informações que não podem ser obtidas por meio de uma experiência espacial direta (THINUS-BLANC; GAUNET, 1997).

As modalidades perceptivas remanescentes em PcDV são essencialmente egocêntricas, baseadas em informações proprioceptivas e cinestésicas (CATTANEO et al., 2007), que podem permitir a recepção diacrônica de informações e, conseqüentemente, facilitar as representações sob a perspectiva do usuário. Contudo, pessoas cegas podem ter dificuldades com representações espaciais a partir da perspectiva do ambiente, especialmente em locais que não vivenciaram diretamente (RUOTOLO; RUGGIERO; VINCIGUERRA, 2012). Neste sentido, Almeida, Martins e Lima (2015) e Hamid, Adnan e Razak (2019) propõem algumas estratégias a fim de facilitar a compreensão das informações presentes em mapas táteis de um local desconhecido a partir das perspectivas do ambiente e do usuário (Quadro 10).

**Quadro 10: Descrição verbal e técnica de exploração indireta para leitura de mapas táteis.**

Ação	Descrição	Resultados
Descrição Verbal (várias vezes, se necessário)	Descreve-se a cena em uma ou duas frases apenas com as informações mais relevantes do ambiente.	Obter conhecimento espacial suficiente dos locais descritos evita sentimentos de insegurança, ajuda no desenvolvimento do mapa cognitivo e como consequência na compreensão da direção entre os locais.
Exploração Indireta	Rastrear a rota em um primeiro momento percebendo os marcos referenciais e relacionando-os com o layout do mapa;  Nomear novas funções para a simbologia dos elementos representados no mapa tátil com termos próprios para facilitar a localização dos marcos referenciais.	Identificar as informações principais, visto que memorizar elementos desnecessários à sua orientação, torna a tarefa de navegação mais difícil e confusa, pois se adquire uma representação fragmentada do ambiente.

Fonte: Adaptado pelo autor de Almeida, Martins e Lima (2015) e Hamid, Adnan e Razk (2019).

## 5. Considerações Finais

Ao experimentar um novo ambiente, as pessoas com baixa visão ou cegueira podem representar mentalmente o espaço. Os mapas táteis são ferramentas de informação que podem ajudar as pessoas cegas a criar essa representação mental do espaço. Pesquisas

demonstraram que PcDVs podem utilizar mapas táteis de forma eficaz para conhecer rotas em um novo local. A criação de um mapa tátil utilizável e eficiente requer o conhecimento de variáveis relacionadas aos sujeitos, à tarefa de percepção tátil das informações e à produção dos próprios mapas. O objetivo desta pesquisa foi analisar as principais estratégias de navegação usadas pelos indivíduos ao manipularem mapas táteis, investigar as estratégias de produção e comparar os procedimentos metodológicos usados no processo de criação de mapas táteis.

Navegar sem visão é uma tarefa complexa que exige que os indivíduos cegos tomem várias decisões para garantir sua segurança. Isso inclui a seleção de uma rota, a verificação constante de sua precisão e, por fim, o reconhecimento do destino. Para planejar uma rota segura, o indivíduo deve primeiro determinar sua localização. No entanto, quando estão em um local desconhecido sem conhecimento prévio do espaço, os cegos não conseguem tomar decisões independentes para se orientar, planejar e executar uma rota, mesmo com a ajuda de uma bengala ou de um cão-guia. Portanto, é fundamental considerar questões relacionadas à orientação e à mobilidade de pessoas com deficiência visual ao projetar espaços, para garantir o direito de ir e vir com autonomia, segurança e satisfação para todos.

A navegação em ambientes externos e internos pode apresentar obstáculos. No entanto, a produção de mapas táteis requer considerações especiais ao lidar com essas situações, como o número de pessoas que se movimentam, a presença de veículos e vários sons. A pesquisa sobre essa questão pode apoiar a padronização de sistemas simbólicos para áreas externas e internas.

Ainda não foi possível padronizar os símbolos táteis de forma abrangente. Isso se deve às limitações técnicas do processo de produção e às diferenças individuais na percepção tátil dos símbolos. Em muitos lugares, recursos como impressoras 3D ainda não estão disponíveis. Portanto, símbolos que poderiam ser facilmente compreendidos se impressos em 3D podem não ser tão eficazes se feitos em papel microcapsulado. Da mesma forma, pessoas sem treinamento tátil avançado ou com problemas de saúde que diminuem a sensibilidade dos dedos, como diabetes, talvez não consigam identificar símbolos complexos e determinadas texturas.

A pesquisa sobre o tato é um campo multidisciplinar em rápido crescimento. Seu objetivo é entender como percebemos os objetos na ausência da visão e explorar as diferenças e semelhanças entre o tato e outras modalidades sensoriais. Além disso, ela investiga a existência de modos de processamento que são independentes do tato, permitindo a troca de informações entre modalidades sensoriais. No desenvolvimento de mapas táteis assertivos, o suporte sonoro, como a audiodescrição, pode fornecer uma camada adicional de informações aos elementos táteis presentes. Entretanto, devido a restrições de tempo, não foi possível analisar essas interações no recorte apresentado.

Pesquisas futuras devem se concentrar em metodologias de treinamento para que os profissionais do design e afins operem com eficiência o software específico usado para a impressão 3D. Isso garantirá que a produção atenda às necessidades do público em questão. Além disso, pode ser benéfico treinar profissionais cegos para aconselhar e realizar todo o processo de impressão 3D. É importante observar que há muitos materiais disponíveis para impressão 3D. Pesquisas adicionais poderiam demonstrar o potencial de cada material para a produção de símbolos táteis.

Por fim, o envolvimento de PcDV na criação de mapas táteis é fundamental. Várias abordagens metodológicas podem ser empregadas para integrar os usuários ao processo de

desenvolvimento do produto. A avaliação da eficácia dessas estratégias com diversos públicos e produtos pode aprimorar ainda mais o desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos.

## Referências

ALMEIDA, Maria de Fátima X. M.; MARTINS, Laura B; LIMA, Francisco. Analysis of wayfinding strategies of blind people using tactile maps. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 6020-6027, 2015.

ANDRADE, Isabel Fernandes; BINS ELY, Vera Helena Moro. Identificação de problemas de acessibilidade espacial em edificações históricas de arquitetura eclética. In: MONT'ALVÃO, Cláudia, (Org.); VILLAROUÇO, Vilma. (Org.). **Um novo olhar para o projeto: a ergonomia no ambiente construído**, 1. ed. Teresópolis, RJ: 2AB, p. 148-163, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050:04**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BANA - BRAILLE AUTHORITY OF NORTH AMERICA. **Guidelines and Standards for Tactile Maps**. Canadá: BANA, 2010. Disponível em: <<http://www.brailleauthority.org/tg/index.html>>. Acesso em: 12. dez. 2020.

BINS ELY, Vera Helena Moro; DISCHINGER, Marta; MATTOS, Melissa Laus. Sistemas de informação ambiental: elementos indispensáveis para acessibilidade e orientabilidade. Congresso Brasileiro de Ergonomia, XII; Congresso Latino-Americano de Ergonomia, VII; Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, I, 2002, Recife. **Anais [...]**. Recife: ABERGO, 2002.

BLADES, Mark; UNGAR, Simon; SPENCER, Christopher. Map use by adults with visual impairments. **The Professional Geographer**, v. 51, n. 4, p. 539-553, 1999.

BLALOCK, Lisa Durrance; CLEGG, Benjamim A. Encoding and representation of simultaneous and sequential arrays in visuospatial working memory. **Quarterly journal of experimental psychology** (2006). n. 63, p. 856-62, 2010.

CABRAL, Dilma. **Instituto dos Meninos Cegos (1889-1930)**. MAPA - Memória da Administração Pública Brasileira, 2019. Disponível em: <<http://mapa.an.gov.br/index.php/menu-de-categorias-2/327-imperial-instituto-dos-meninos-cego>>. Acesso em: 11. fev. 2021.

CATTANEO, Zaira; VECCHI, Tomaso; MONEGATO, Maura; PECE, Alfredo; CORNOLDI, Cesare. Effects of late visual impairment on mental representations activated by visual and tactile stimuli. **Brain Research**, n. 1148, p.170–176, 2007.

CPA - COMISSÃO PERMANENTE DE ACESSIBILIDADE. **Mobilidade acessível na cidade de São Paulo**. 2005. Disponível em: <[http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_civel/aa\\_ppdeficiencia/aa\\_ppd\\_diversos/acessibilidade\\_sp.pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_civel/aa_ppdeficiencia/aa_ppd_diversos/acessibilidade_sp.pdf)>. Acesso em: 20. jan. 2021.

- DISCHINGER, Marta; BINS ELY, Vera Helena Moro; PIARDI, Sonia Maria Demeda Groisman. **Promovendo a acessibilidade espacial nos edifícios públicos**: programa de acessibilidade às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida nas edificações de uso público. 1. ed. Florianópolis: MPSC, 2012.
- EDMAN, Polly. **Tactile Graphics**. American Foundation for the Blind Press, New York, 1992.
- ESPINOSA, M. Angeles; UNGAR, Simon; OCHAÍTA, Esperanza; BLADES, Mark; SPENCER, Christopher. Comparing methods for introducing blind and visually impaired people to unfamiliar urban environments. **Journal of Environmental Psychology**, v. 18, p. 277-287, 1998.
- FROSCHE, Renato. **O mundo em 3D**: produção de recursos pedagógicos inclusivos. Campos dos Goytacazes (RJ): Encontrografia, 2021.
- GIAIMO, Cara. **How to learn geography with your hands**. Atlas Obscura, 2017. Disponível em: <<https://www.atlasobscura.com/articles/tactile-maps-blind-geography>>. Acesso em: 20. fev. 2021.
- GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. Improving tactile map usability through 3D printing techniques: An experiment with new tactile symbols. **The Cartographic Journal**, Londres, v. 52, n. 1, p. 51–57, 2015a.
- GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. The effect of volumetric (3D) tactile symbols within inclusive tactile maps. **Applied Ergonomics**, Amsterdã, v. 48, p. 1-10, 2015b.
- GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. Universal design and visual impairment: tactile products for heritage access. In: **Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11)**, Impacting Society through Engineering Design, v. 5: Design for X / Design to X, Lyngby/Copenhagen, Dinamarca, 2011.
- GUTH, David A.; RIESER, John J.; ASHMEAD, Daniel H. Perceiving to move and moving to perceive: control of locomotion by students with vision loss. In: WIENER, William R.; WELSH, Richard L.; BLASCH, Bruce B. (Eds.). **Foundations of orientation and mobility**, 3. ed., v. 1, p. 3-44. New York: AFB Press, 2010.
- HAMID, Nazatul Naquiah Abd; ADNAN, Wan Adilah Wan; RAZAK, Fariza Hanis Abdul. Investigating blind people's preferences when exploring maps using static and rotatable audio-tactile maps at different orientations. In: **Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction (OzCHI '18)**. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, p. 290–293, 2018. DOI: 10.1145/3292147.3292199.
- HOLLOWAY, Leona; MARRIOTT, Kim; BUTLER, Matthew. Accessible maps for the blind: comparing 3D printed models with tactile graphics. In: Conference on Human Factors in Computing Systems, 1., 2018, Montreal. **Proceedings [...]**. Nova Iorque: ACM, p. 1-13, 2018.
- HUANG, Chih-Hong; YU, Shu-Chuan. A Study of Environmental Perception Patterns of the Visually Impaired and Environmental Design. **Indoor and Built Environment**, n. 22(5), p. 743–749, 2013. DOI: 10.1177/1420326X12456317.



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19028:2016**: Accessible design - Information contents, figuration and display methods of tactile guide maps. Suíça: ISO, 2016. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19028:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 22 set. 2021.

JEAMWATTHANACHAI, Watthanasak; WALD, Mike; WILLS, Garry. Indoor navigation by blind people: behaviors and challenges in unfamiliar spaces and buildings. **British Journal of Visual Impairment**, v. 37(2), p. 140-153, 2019.

KOUTSOKLENIS, Athanasios; PAPADOPOULOS, Konstantinos. Auditory cues used for wayfinding in urban environments by individuals with visual impairments. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, v. 105, p. 703–714, 2011a.

KOUTSOKLENIS, Athanasios; PAPADOPOULOS, Konstantinos. Haptic cues used for outdoor wayfinding by individuals with visual impairments. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, n. 108, p. 43–53, 2014. DOI: 10.1177/0145482X1410800105.

KOUTSOKLENIS, Athanasios; PAPADOPOULOS, Konstantinos. Olfactory cues used for wayfinding in urban environments by individuals with visual impairments. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, v. 105, p. 691–702, 2011b.

LEE, Cheng-Lung. An evaluation of tactile symbols in public environment for the visually impaired. **Applied Ergonomics**, n. 75, p. 193–200, 2019. DOI: 10.1016/j.apergo.2018.10.003.

LOBBEN, Amy; LAWRENCE, Megan. The use of environmental features on tactile maps by navigators who are blind. **Professional Geographer**, n. 55, p. 318–328, 2011.

LOCH, Ruth E. N. Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais. **Portal da Cartografia**, Londrina, v. 1, n. 1, maio/ago., p. 35-58, 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>.

LOOMIS, Jack M.; KLATZKY, Roberta L.; GOLLEDGE, Reginald G.; CICINELLI, Joseph G.; PELLEGRINO, James W.; FRY, Phyllis A. Non-visual navigation by blind and sighted: Assessment of path integration ability. **Journal of Experimental Psychology: General**, n. 122, p. 73–91, 1993.

MACHADO, Edileine Vieira [et al.]. **Orientação e mobilidade**: conhecimentos básicos para a inclusão do deficiente visual. Brasília: MEC, SEESP, 167 p, 2003.

MARSTON, James R.; GOLLEDGE, Reginald G.; COSTANZO, C. Michael. Investigating travel behavior of nondriving blind and vision impaired people: the role of public transit. **Professional Geographer**, n. 49, p. 235–245, 1997.

OLIVEIRA, Sabrina; SUEMITSU, Katsuk; OKIMOTO, Maria Lucia. Design of a tactile map: an assistive product for the visually impaired. In: REBELO, Francisco; SOARES, Marcelo. (Eds.) **Advances in Ergonomics in Design**. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 485. Springer, Cham, p. 711-719, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-41983-1\_64.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World report on vision**. Geneva: World Health Organization, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>. Acesso em: 25 set. 2019.

ORMELEZI, Eliana Maria. **Os caminhos da aquisição do conhecimento e a cegueira: do universo do corpo ao universo simbólico**. 2000. Dissertação (Mestrado em Psicologia e Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ROWELL, Jonathan; UNGAR, Simon. The world of touch: an international survey of tactile maps. Part 1: production. **British Journal of Visual Impairment**, Londres, n. 21, p. 98-104. 2003.

ROWEL, Jonathan; UNGAR, Simon. Feeling our way: tactile map user requirements - a survey. In: **Proceedings of XXII International Cartographic Conference**, La Coruna, 2005.

RUOTOLO, Francesco; RUGGIERO, Gennaro; VINCIGUERRA, Michela; IACHINI, Tina. Sequential vs simultaneous encoding of spatial information: a comparison between the blind and the sighted. **Acta Psychologica**, n. 139(2), p. 382–389, 2012.

THINUS-BLANC, Catherine; GAUNET, Florence. Representation of space in blind persons: vision as a spatial sense? **Psychological bulletin**, n. 121, p. 20-42, 1997.

UNGAR, Simon; SIMPSON, Andrew; BLADES, Mark. Strategies for organizing information while learning a map by blind and sighted people. In: HELLER, Morton A.; BALLASTEROS, Soledad. (Eds.). **Touch, blindness and neuroscience**. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2004.

VASCONCELLOS, Regina Araújo de. **A cartografia tátil e o deficiente visual: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa**. 1993. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. FFLCH-USP, São Paulo, 1993.