



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

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

Antônio José Spirandelli

Bauru

2022

Antônio José Spirandelli

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

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Design.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cassia Letícia Carrara Domiciano

Bauru

2022

S759d

Spirandelli, Antônio José

Design na produção de mapas táteis: : análise das estratégias de navegação para pessoas com deficiência visual / Antônio José Spirandelli. -- Bauru, 2022

73 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru

Orientadora: Cassia Leticia Carrara Domiciano

1. Design da Informação. 2. Design Gráfico Inclusivo. 3. Mapas Táteis. 4. Deficiência Visual. 5. Orientação e Mobilidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BANCA EXAMINADORA

TITULARES

Prof^{fa}. Dr^a. Cassia Leticia Carrara Domiciano
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design - Orientadora

Prof^{fa}. Dr^a. Mônica Cristina de Moura
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design

Prof. Dr. Márcio James Soares Guimarães
Universidade Federal do Maranhão

SUPLENTES

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design

Prof. Dr. João Carlos Riccó Plácido da Silva
Universidade Federal de Uberlândia

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ANTÔNIO JOSÉ SPIRANDELLI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 25 dias do mês de fevereiro do ano de 2022, às 14:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ANTÔNIO JOSÉ SPIRANDELLI, intitulada **Design na produção de mapas táteis: análise das estratégias de navegação para pessoas com deficiência visual**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof.^a Dr.^a CASSIA LETICIA CARRARA DOMICIANO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Pos-graduacao em Design / FAAC/Unesp/Bauru, Prof.^a Dr.^a MONICA CRISTINA DE MOURA (Participação Virtual) do(a) Programa de Pos-graduacao em Design / FAAC/Unesp/Bauru, Prof. Dr. MARCIO JAMES SOARES GUIMARÃES (Participação Virtual) do(a) Departamento de Desenho e Tecnologia / UFMA. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: __APROVADO__. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Prof.^a Dr.^a CASSIA LETICIA CARRARA DOMICIANO

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende.”*

Leonardo da Vinci

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar minha vida e colocar pessoas tão especiais em meu caminho!

Durante esse período de estudos e muito aprendizado me tornei pai e aprendi a valorizar ainda mais tudo o que meus pais fizeram por mim, para que eu hoje tivesse a oportunidade de estar finalizando meu mestrado. Agradeço aos meus pais, José e Sandra por todos os ensinamentos e esforços pela minha educação e formação como pessoa. Agradeço também aos meus pais de coração, Roberto e Ruth, por todo apoio e incentivo durante essa caminhada!

Agradeço ao meu tesouro mais valioso, minha família. Roberta, minha amiga e esposa que sempre me deu uma palavra de incentivo nos momentos em que mais precisei, e Enrique, meu filho, que alegra todos os meus dias com seu sorriso e energia. É por vocês que me dedico cada dia a ser uma pessoa melhor. Amo vocês!

Não poderia deixar de agradecer a minha orientadora Cassia, por toda a paciência, pelas conversas e ensinamentos durante toda esta etapa!

Agradeço a todos os professores e amigos que aceitaram participar tanto de minha qualificação, quanto de minha defesa, Mônica, Márcio, João e Paschoarelli. Cada um de vocês teve um papel especial em minha caminhada!

À agência de fomento CAPES por financiar essa pesquisa.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Design, pela ajuda e dedicação.

RESUMO

A participação social de pessoas com deficiência visual está condicionada a ações que facilitem a orientação e mobilidade, como a remoção de obstáculos físicos e a implantação de dispositivos de sinalização tátil. Neste contexto, 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, que envolvem desde o treinamento tátil às estratégias de navegação utilizadas. Dessa forma, é importante avaliar quais são as estratégias que podem melhorar o desenvolvimento do mapa cognitivo em pessoas com deficiência visual (PcDV). Então, o objetivo principal deste estudo foi analisar quais as principais estratégias de navegação utilizadas por esses indivíduos ao manipular mapas táteis. Para tanto, foram adotadas a revisão bibliográfica sistemática (RBS) e assistemática (RBA) da literatura. O estudo foi conduzido em três fases: pesquisa, revisão e aprofundamento teórico. As questões referentes à orientação e mobilidade de PcDV devem ser contempladas ainda na concepção do projeto dos espaços, visto que o processo de wayfinding é uma tarefa bem mais complexa quando não se tem a visão como base para a recepção de informações. A padronização dos símbolos táteis ainda não foi possível, assim, a simplicidade na representação das informações é um requisito importante. Na produção de tecnologias assistivas, a inclusão do usuário no processo é essencial, visto que além de fornecer informações pertinentes para o projeto, também acaba por diminuir as chances de rejeição do produto final.

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

ABSTRACT

The social participation of visually impaired people is conditioned to actions that facilitate orientation and mobility, such as the removal of physical obstacles and the implementation of tactile signaling devices. In this context, tactile maps can be considered an assistive technology that favors decision-making on a route. However, the correct interpretation of the information is related to a series of factors, which involve from the tactile training to the navigation strategies used. Thus, it is important to assess which strategies can improve the development of the cognitive map in people with visual impairments (PwV). So, the main objective of this study was to analyze the main navigation strategies used by these individuals when manipulating tactile maps. For this purpose, a systematic (RBS) and unsystematic (RBA) literature review were adopted. The study was conducted in three phases: research, review and theoretical deepening. Issues related to the orientation and mobility of PwDV must also be considered in the design of the spaces, since the wayfinding process is a much more complex task when the vision is not the basis for receiving information. The standardization of tactile symbols has not yet been possible, so simplicity in the representation of information is an important requirement. In the production of assistive technologies, the inclusion of the user in the process is essential, since in addition to providing relevant information for the project, it also ends up reducing the chances of rejection of the final product.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Raciocínio para a divisão dos capítulos e tópicos.....	18
Figura 2 - Organização das fases do estudo	21
Figura 3 - Etapas para a RBS.....	23
Figura 4 - Piso tátil de alerta (à esquerda) e piso tátil direcional (à direita).....	30
Figura 5 - Variáveis envolvidas no processo de aquisição espacial e sua atuação no processo de deslocamento e orientação.....	35
Figura 6 - O processamento da informação adquirida e sua atuação no processo de deslocamento e orientação.....	36
Figura 7 - Braille Neue, de Kosuke Takahashi.....	38
Figura 8 - Interação das variáveis relativas ao estudo do toque na percepção das propriedades dos objetos	44
Figura 9 - Mapa de Boston por Stephen Preston Ruggles (1830), mapas e globo táteis da Perkins School for the Blind e Atlas dos Estados Unidos para uso dos cegos (1837)	47
Figura 10 - Instituições de Ensino Superior atuantes na área de sistemas de informação inclusivos	49
Figura 11 - Mapa da Austrália, Polinésia e Malásia - produzido pela Queensland Braille Map and Model Club, 1939	50
Figura 12 - Metodologia para o desenvolvimento de mapas táteis	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro teórico.....	18
Tabela 2 - Definição estratégica de termos para RBS	22
Tabela 3 - Critérios e filtros adotados para a RBS.....	24
Tabela 4 - Classificação da função visual a partir da acuidade visual	27
Tabela 5 - Componentes fundamentais para boas condições de acessibilidade espacial	29
Tabela 6 - Classificação dos mapas táteis.....	48
Tabela 7 - Tecnologias de produção de mapas táteis a partir de matrizes digitais	51
Tabela 8 - Dados relevantes para a produção de mapas táteis	53
Tabela 9 - Dicas táteis para navegação em ambientes externos	58
Tabela 10 - Descrição verbal e técnica de exploração indireta para leitura de mapas táteis	59

LISTA DE ABREVIATURAS

BANA - Braille Authority of North America

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBO - Confederação Brasileira de Oftalmologia

CID11 - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde

CIF - Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde

CPA - Comissão Permanente De Acessibilidade

DCU - Design Centrado no Usuário

INJA - “L’Institution Nationale des Jeunes Aveugles”

MAPA - Memória da Administração Pública Brasileira

OM - Orientação e Mobilidade

OMS - Organização Mundial da Saúde

PcDV - Pessoa com Deficiência Visual

PUC-Rio - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RBA - Revisão Bibliográfica Assistemática

RBS - Revisão Bibliográfica Sistemática

TGD - Tactile Graphics Design)

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina

UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
Apresentação	14
Problematização e questões de pesquisa	15
Objetivos	16
Estrutura da Dissertação	16
Quadro Teórico	18
 1. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS	 20
1.1. Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA) e Sistemática (RBS)	21
 2. DEFICIÊNCIA VISUAL: ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO	 25
2.1. Classificação da deficiência visual	26
2.2. Conceitos importantes	27
2.2.1. Acessibilidade espacial	28
2.2.2. Orientação e mobilidade	29
2.2.3. Mapa cognitivo e mapa mental	31
2.2.4. Wayfinding	33
2.2.5. Aquisição de informação espacial	34
2.2.6. Sistemas de Informação Inclusivos	37
2.3. Dispositivos para orientação e mobilidade	39
 3. PERCEPÇÃO TÁTIL	 40
3.1. As variáveis relativas ao estudo do toque	41
3.1.1. Estímulos	42
3.1.2. Repertório visual	42
3.1.3. Procedimentos exploratórios	43
 4. MAPAS TÁTEIS	 45
4.1. Contextualização	46
4.2. Estratégias de produção	49
4.2.1. A evolução nas técnicas de produção	50
4.2.1.1. Possibilidades da impressão 3D	52
4.2.2. Dados relevantes para produção	53
4.2.3. Metodologia para o desenvolvimento de mapas táteis	54
4.3. Estratégias de navegação e leitura	57
4.3.1. Uso de pistas táteis	57
4.3.2. Descrição verbal e exploração indireta	58
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 60
 REFERÊNCIAS	 64



INTRODUÇÃO

Apresentação

Problematização e questões de pesquisa

Objetivos

Estrutura da dissertação

Quadro teórico

INTRODUÇÃO

APRESENTAÇÃO

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) havia no mundo cerca de 36 milhões de cegos, em 2019. No Brasil, esse número foi estimado em aproximadamente 1,6 milhão pela Confederação Brasileira de Oftalmologia (CBO, 2019), durante o mesmo período. O medo de sair de casa é uma das principais consequências da deficiência visual, assim a participação social destes indivíduos está condicionada a ações que facilitem a orientação e mobilidade, como a remoção de obstáculos físicos e a implantação de dispositivos de sinalização tátil a fim de permitir o acesso a qualquer serviço ou espaço público.

A cegueira, em especial, provoca uma sensação de insegurança e incapacidade geral e por isso é uma das deficiências que mais inviabilizam as atividades do ser humano em meio à sociedade vidente (OLIVEIRA, 2002). Neste sentido, pode-se observar, especialmente nos casos de cegueira adquirida, um processo de isolamento da convivência social, tanto por parte do próprio deficiente, quanto por parte da família.

Apesar de a visão ser apontada como o sentido mais eficiente em adquirir informações espaciais (GIBSON, 1979), a falta de experiência visual não pode ser considerada determinante na dificuldade de coletar informações espaciais por PcDV, uma vez que podem utilizar outros sentidos para adquirir conhecimento espacial e utilizar as habilidades cognitivas para locomoção com sucesso (GUTH; RIESER; ASHMEAD, 2010; KOUTSOKLENIS; PAPADOPOULOS, 2011a, 2011b). Dessa forma, o desempenho em tarefas espaciais pode ser mediado pelas estratégias empregadas pelos indivíduos ao codificar as relações espaciais e estruturar sua busca pelo ambiente (UNGAR; SIMPSON; BLADES, 2004).

Mapas táteis podem ser classificados como uma tecnologia assistiva que busca proporcionar autonomia nos deslocamentos de PcDV em espaços públicos ao facilitar a orientação e mobilidade, e ao permitir uma ideia antecipada e panorâmica do ambiente podem beneficiar a percepção, o planejamento e a realização de um percurso desconhecido por esses indivíduos (ALMEIDA; MARTINS, 2015). Porém,

a correta interpretação das informações em um mapa tátil está relacionada a uma série de fatores, que envolvem desde o treinamento tátil às estratégias de navegação utilizadas.

A formação de um mapa cognitivo pode auxiliar na representação mental de um ambiente inexplorado. No caso de pessoas cegas, essa representação pode ser desenvolvida de maneira direta, a partir da experiência em um ambiente, ou indiretamente por descrição verbal ou escrita ou por representações gráficas tridimensionais, como os mapas táteis (BLADES; UNGAR; SPENCER, 1999). Espinosa et al. (1998) considera o mapa tátil, em comparação com as outras formas citadas anteriormente, o melhor modo de desenvolver o mapa cognitivo de pessoas cegas. Dessa forma é importante avaliar quais estratégias de leitura tátil nesses dispositivos podem melhorar o desenvolvimento do mapa cognitivo de forma a facilitar o planejamento e realização de um percurso por esse público.

PROBLEMATIZAÇÃO E QUESTÕES DE PESQUISA

Conforme exposto, apesar de os mapas táteis serem dispositivos com objetivo de facilitar a orientação e a mobilidade de PcDV ao desempenharem um papel significativo na construção de mapas cognitivos adequados a novos espaços, seu uso é dificultado quando não há familiaridade com as superfícies e representações táteis utilizadas ou se as estratégias de busca tátil das informações não são adequadas. A partir disso surgiu o questionamento que norteou esta pesquisa: Quais estratégias são utilizadas por indivíduos com deficiência visual na identificação de rotas em mapas táteis? Além de outras questões complementares: Quais são as informações mais relevantes para estas pessoas? Como devem ser apresentadas? A forma de produção influencia no uso dos mapas táteis? Quais as metodologias utilizadas para tal?

OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo foi analisar quais as principais estratégias de navegação utilizadas por esses indivíduos ao manipular mapas táteis. E como objetivos específicos temos: investigar as estratégias de produção, quais são as informações mais relevantes e como devem ser apresentadas nestes dispositivos, quais os métodos de produção existentes e suas limitações; e comparar os procedimentos metodológicos utilizados, pensando em futuros desdobramentos para esta pesquisa.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Na Introdução é apresentado e caracterizado o problema de pesquisa, bem como as questões que definiram os objetivos do estudo. O trabalho apresenta a inter-relação de três tópicos principais: a deficiência visual, a percepção tátil e os mapas táteis.

No capítulo 1 - Métodos e Procedimentos Adotados - é descrita a metodologia utilizada para coleta de informações, registros de pesquisa e referências bibliográficas. Ao contrário de uma organização convencional, os procedimentos metodológicos são apresentados após a introdução. As alterações propostas na estrutura da pesquisa, além de proporcionar maior fluidez na leitura, resultam da própria metodologia adotada, que ocorreu em três fases: pesquisa, revisão e aprofundamento teórico. Da mesma forma, não há um capítulo denominado “Resultados” uma vez que todo o texto é resultante de investigações estruturadas desde o início da pós-graduação e aprofundado por meio dos resultados obtidos pela metodologia aqui descrita.

A divisão e estruturação dos capítulos 2, 3 e 4 seguiu premissa básica das metodologias para planejamento de produtos em design, baseada na análise da interação entre usuário e produto, onde é necessário compreender quais necessidades o produto em questão deve atender e quais são os problemas que dificultam a interação do usuário com o produto (Figura 1). Assim, diante de um tema amplo e multidisciplinar e com produção científica centrada principalmente

nas áreas da psicologia e neurociência, os capítulos 2, 3 e 4 foram definidos e apresentados sem perder de vista a relação com o design, a fim de que seu conteúdo pudesse fornecer uma base conceitual relevante não só à atual pesquisa, mas como a projetos futuros.

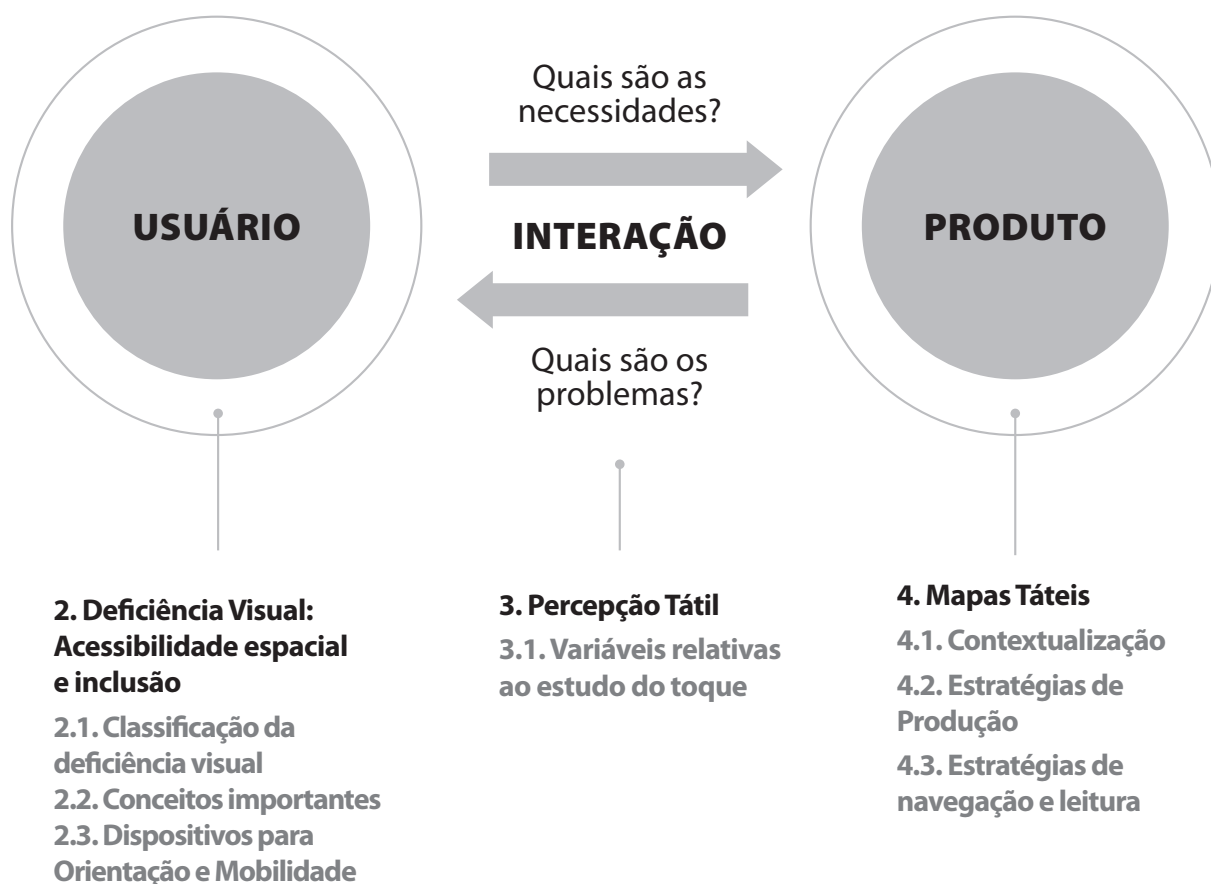
O capítulo 2 - Deficiência Visual: acessibilidade e inclusão - pretende, de modo sintetizado, apresentar o público a quem este estudo se dedica. Para tanto, classifica a deficiência visual; aborda questões a respeito da inclusão dos deficientes visuais em um mundo que prioriza as informações visuais, apresentando limitações e barreiras existentes para o acesso de ambientes e introduz conceitos fundamentais para a condução da pesquisa.

Enquanto que no capítulo 3 - Percepção Tátil: as variáveis relativas ao estudo do toque - são apontados os principais fatores que influenciam na identificação de objetos por meio do toque, como a relação dos estímulos com os procedimentos exploratórios durante o processo de manipulação, o papel do repertório visual em atividades de categorização tátil e a influência do treinamento nas atividades de identificação tátil.

No capítulo 4 - Mapas Táteis: estratégias de navegação - contextualiza e classifica os mapas táteis a partir de seu uso; aponta normatizações e diretrizes existentes para o projeto desses dispositivos; relata além das técnicas já consolidadas para a produção, novos processos com potencial para explorar e superar as limitações atuais; analisa estratégias de navegação utilizadas por deficientes visuais na manipulação dos mapas táteis e relaciona as variáveis desse processo com os tópicos anteriores; e identifica as estratégias metodológicas possíveis na condução de investigações a respeito do tema.

Por fim, as Considerações Finais apontam os pontos de maior relevância identificados durante a pesquisa, a contribuição à área acadêmico-científica e os possíveis desdobramentos deste estudo.

Figura 1 - Raciocínio para divisão dos capítulos e tópicos.



Fonte: Raciocínio para divisão dos capítulos e tópicos.

QUADRO TEÓRICO

A elaboração do quadro teórico (Tabela 1) inclui os principais autores para composição do referencial teórico e as respectivas contribuições para a pesquisa.

Tabela 1 - Quadro teórico.

AUTOR	ÁREA	CONTRIBUIÇÃO
Simon Ungar	Psicologia	Cognição espacial, percepção tátil de texturas, processamento tátil de objetos, representação do espaço e formas geométricas, dispositivos de navegação para pessoas cegas, interfaces táteis.
Mark Blades		
Christopher P. Spencer		

AUTOR	ÁREA	CONTRIBUIÇÃO
Morton A. Heller	Psicologia	Cognição espacial, percepção tátil de texturas, processamento tátil de objetos, representação do espaço e formas geométricas, dispositivos de navegação para pessoas cegas, interfaces táteis.
Soledad Ballesteros		
Susan J. Lederman		
Roberta L. Klatzky		
Jaume Gual-Ortí	Arquitetura	Acessibilidade e orientação espacial, orientação e mobilidade, mapas táteis e formas de produção, sistemas de navegação e wayfinding.
Maria de Fátima Almeida		
Marta Dischinger		
Vera H. Bins Ely		
Vilma Villarouco		
Gui Bonsiepe	Design	Sistemas de informação inclusivos, design da informação e ergonomia informacional.
Rafael Cardoso		
Berns Löbach		
Cláudia Renata Mont'Alvão		
Carla G. Spinillo		
Stephania Padovani		
Anamaria de Moraes		

Fonte: Elaborada pelo autor.



1. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS

1.1. Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA) e Sistemática (RBS)

1. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS

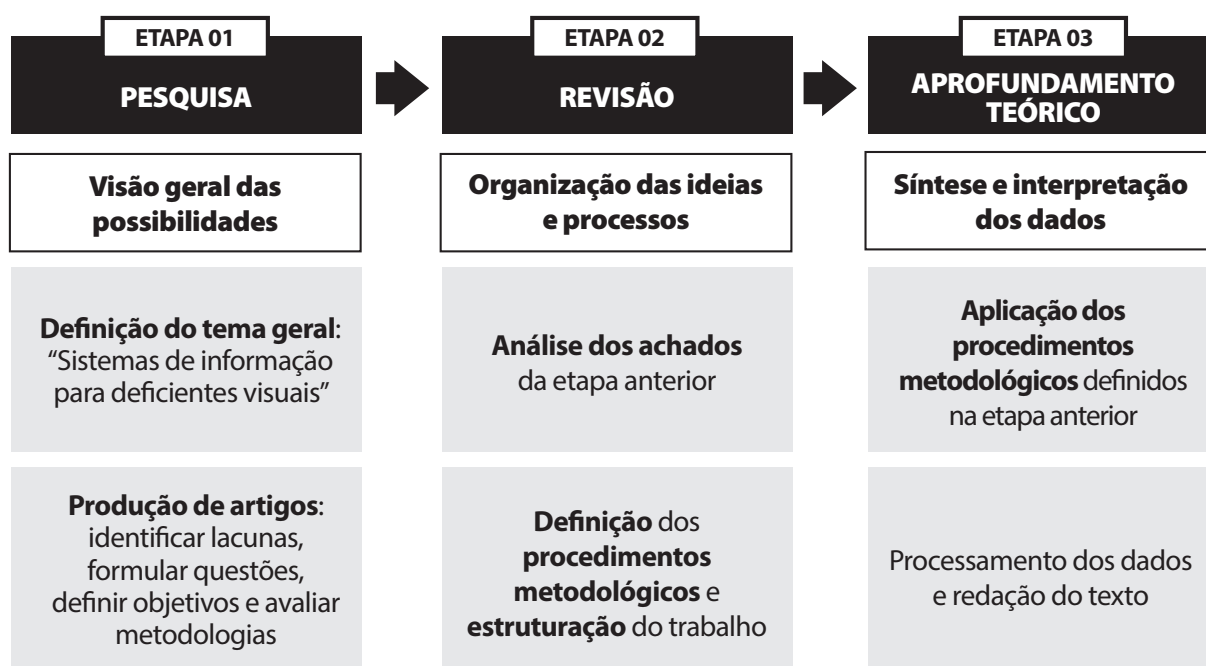
O estudo foi conduzido em três fases: pesquisa, revisão e aprofundamento teórico (Figura 2). A fase de PESQUISA teve início logo no primeiro semestre da pós-graduação, com a definição de um tema geral de pesquisa: “sistemas de informação para deficientes visuais”. Com base nisso, a produção de artigos tanto para as disciplinas quanto para publicações contribuiu para identificar lacunas, formular questões, definir objetivos e avaliar metodologias possíveis.

A fase de REVISÃO, por sua vez, concentrou-se na análise dos achados da etapa anterior com o propósito de definir os procedimentos metodológicos e organizar os capítulos e tópicos do estudo aqui apresentado.

Por fim, na fase de APROFUNDAMENTO TEÓRICO, foram aplicados os métodos e procedimentos descritos neste capítulo. Quanto aos resultados, ao invés de um capítulo específico, são apresentados no desenvolvimento dos capítulos 3, 4 e 5.

Registra-se que ações de pesquisa em campo com PcDV ficaram totalmente restritas por conta da pandemia mundial causada pelo Coronavírus 19, o que reforçou opções metodológicas de exploração bibliográfica e documental.

Figura 2 - Organização das fases do estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A pesquisa, portanto, adotou abordagem qualitativa, apresentando caráter bibliográfico e descritivo. Para a sua realização, foram adotadas a revisão bibliográfica assistemática (RBA) e sistemática (RBS) da literatura. Cada um desses métodos foi empregado em etapas específicas e com objetivos distintos, como será explicitado a seguir.

1.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ASSISTEMÁTICA (RBA) E SISTEMÁTICA (RBS)

Primeiramente, foi realizada uma Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA) de forma mais abrangente sobre os temas ‘deficiência visual’ e ‘mapas táteis’, com ênfase em estratégias de manipulação e navegação desses dispositivos. Como fonte inicial para a RBA, foi realizada busca por trabalhos publicados entre 2013 e 2021 nas bases de dados Scopus e Web of Science. Os strings de busca adotados foram: “visual impairment” OR “blindness”; “tactile maps” OR “accessible maps”; “orientation and mobility” OR “wayfinding”.

Como resultado dessa etapa foi possível tabular os principais descritores de busca a fim de organizar estrategicamente os passos seguintes da investigação com a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS). Os descritores foram organizados em 5 grupos (Tabela 2): os três primeiros apresentam termos relacionados aos temas base da pesquisa (deficiência visual, mapas táteis e orientação e mobilidade), enquanto que os dois últimos relacionam os termos que auxiliaram a definição dos critérios de inclusão e exclusão da RBS.

Tabela 2 - Definição estratégica de termos para RBS.

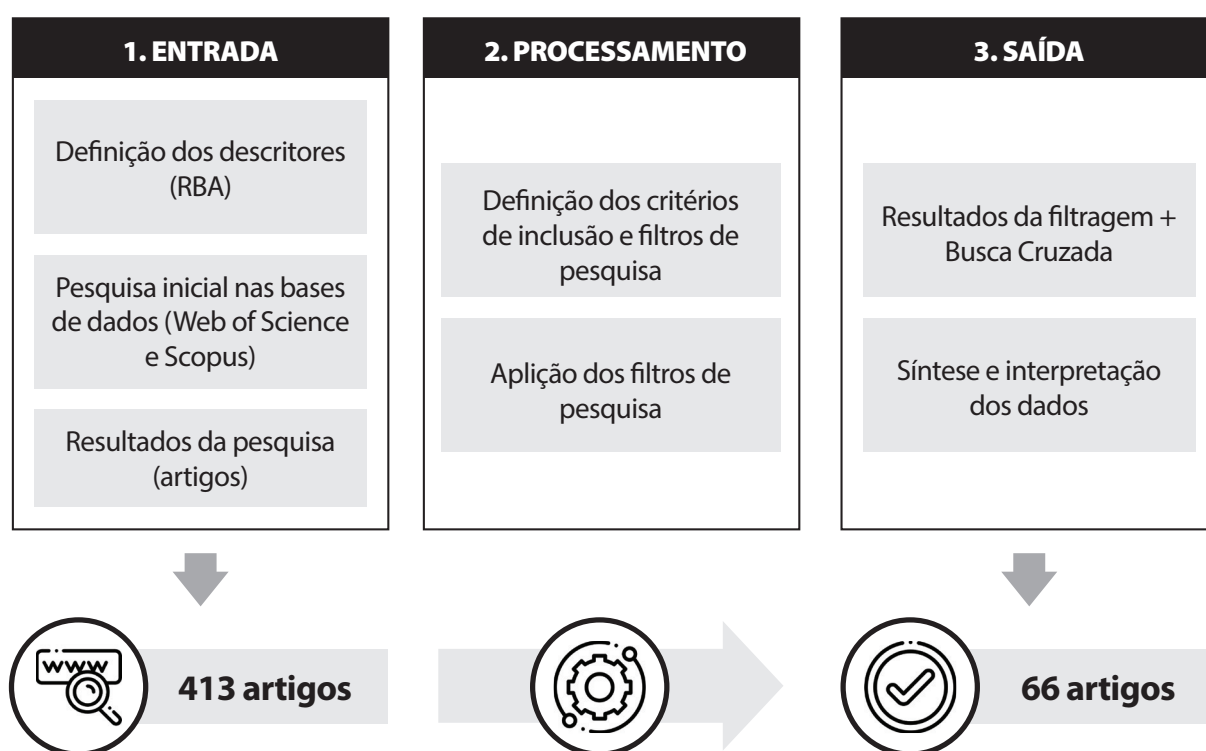
Grupo 01 Deficiência Visual	visual impairment, visually impaired, visual impairments, low vision people, blind people, blind users, blindness
Grupo 02 Mapas Táteis	tactile map(s), accessible map(s)
Grupo 03 Orientação e Mobilidade	wayfinding, outdoor/ indoor navigation, landmarks, wayfinding signs, wayfinding strategies, accessibility, orientation, mobility, orientation and mobility aids

Grupo 04 Cr�terios de Inclusão	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
Grupo 05 Cr�terios de Exclus�o	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: Elaborada pelo autor.

A RBS seguiu o modelo proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), dividida em três fases: entrada, processamento e saída (Figura 3).

Figura 3 - Etapas para a RBS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Durante a fase de entrada, quando são definidos os parâmetros de processamento, foram realizados testes com diferentes descritores de busca definidos 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 na Tabela 3, que exhibe todos os procedimentos metodológicos adotados.

Tabela 3 - Critérios e filtros adotados para a RBS.

Critérios de Inclusão	Relacionar os descritores definidos; trabalhos publicados nos últimos 8 anos
Critérios de Exclusão	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.
Filtros Adotados	Filtro 01: leitura de título, resumo e palavras-chave; Filtro 02: leitura de introdução, métodos, discussão e conclusão.

Fonte: Elaborada 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.



2. DEFICIÊNCIA VISUAL: ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO

2.1. Classificação da deficiência visual

2.2. Conceitos importantes

2.2.1. Acessibilidade espacial

2.2.2. Orientação e mobilidade

2.2.3. Mapa cognitivo e mapa mental

2.2.4. Wayfinding

2.2.5. Aquisição de informação espacial

2.2.6. Sistemas de informação inclusivos

2.3. Dispositivos de orientação e mobilidade

2. DEFICIÊNCIA VISUAL: ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO

A questão da deficiência e inclusão é discutida e abordada sob diversas perspectivas, e ao longo da história algumas definições ganharam destaque. O modelo médico estabelecido no século XVIII, a partir dos avanços na medicina e da busca pela reabilitação de pessoas com deficiência, considera a deficiência como uma patologia, ou seja, em primeiro lugar está a condição do indivíduo e portanto este assume um papel passivo de paciente. Dessa forma, a pessoa com deficiência está condicionada a uma situação de dependência enquanto busca o tratamento para sua patologia (BONFIM, 2009). Por outro lado, entre os anos 60 e 70, os movimentos sociais de luta pelos direitos humanos e diversidade ganharam força, dando origem ao modelo social, que associa a exclusão da pessoa com deficiência ao modo de organização da sociedade (SHAKESPEARE, 2006). Entretanto, uma definição mais atual, com uma abordagem inovadora em comparação aos modelos acima, foi proposta pelo Inclusive Design Research Center (IDRC, 2015), e define a deficiência como “descompasso entre as necessidades do indivíduo e o produto durante o uso”. Portanto, a deficiência está presente em qualquer situação em que o design não atende às necessidades do usuário, deslocando a deficiência da pessoa para o produto, objeto ou material que ela utiliza (GUIMARÃES; MOURA; DOMICIANO, 2021).

Neste sentido, o capítulo tem como objetivo discutir questões relativas ao público alvo do estudo. Para tanto, apresenta a classificação da deficiência visual a partir da acuidade visual; aborda questões a respeito da inclusão das PcDV em um mundo que prioriza as informações visuais ao introduzir conceitos fundamentais para a condução da pesquisa e os dispositivos para orientação e mobilidade; além de destacar o papel do design e seus campos de atuação no desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos.

2.1. CLASSIFICAÇÃO DA DEFICIÊNCIA VISUAL

A Organização Mundial da Saúde (OMS) 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 (Tabela 5).

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).

Tabela 4 - 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.

2.2. CONCEITOS IMPORTANTES

A transcrição de códigos visuais em informações acessíveis ao toque é um processo complexo, assim, ao desenvolver sistemas de informação para PcDV, algumas questões precisam estar claras. Nesse tópico são abordados conceitos relativos aos deslocamentos diários de PcDV, como acessibilidade espacial, orientação e mobilidade e dispositivos de orientação e mobilidade. Bem como processos cognitivos que dizem respeito a compreensão das informações táteis presentes nesses sistemas, como mapa cognitivo e mapa mental, wayfinding e

aquisição de informação espacial. Uma breve definição sobre sistemas de informação inclusivos também é apresentada, ilustrando a importância do design da informação e da ergonomia informacional nessa temática.

2.2.1. ACESSIBILIDADE ESPACIAL

O nível de mobilidade que uma pessoa cega pode alcançar está diretamente relacionado ao conhecimento do caminho de determinado lugar (UNGAR; SIMPSON; BLADES, 1994). 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 sócio-culturais 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 a capacidade de atingir 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 (Tabela 6).

Tabela 5 - Componentes fundamentais para boas condições de acessibilidade espacial.

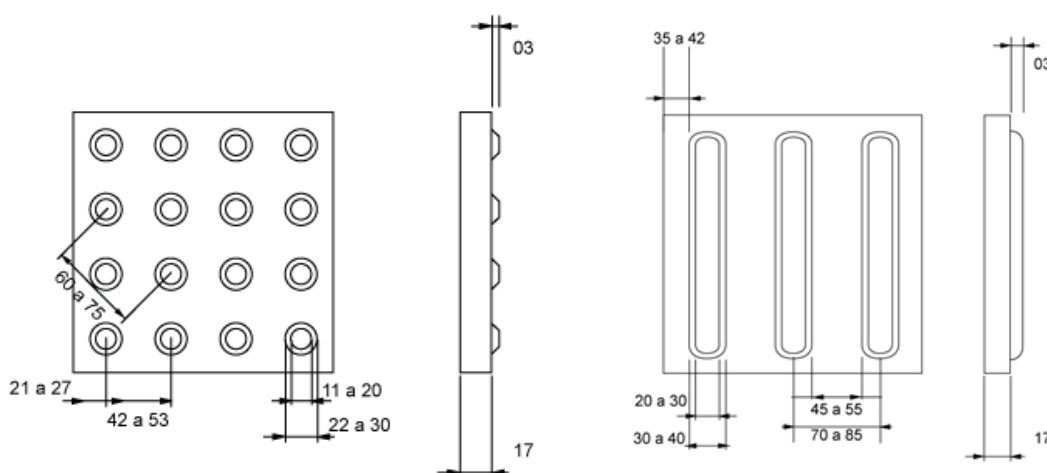
Orientação	saber onde se está e para onde ir, a partir das informações arquitetônicas e dos suportes informativos de forma independente e autônoma
Deslocamento	ter condições ideais de movimento ao longo dos percursos e seus componentes (salas, escadas, corredores, rampas, elevadores). O deslocamento é garantido através da supressão de barreiras físicas.
Comunicação	forma como se dão as condições de troca e intercâmbio de informações interpessoais, e entre pessoas e equipamentos de tecnologia assistiva;
Uso	possibilidade de 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 4) 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 4) deve ser utilizado como guia de orientação em ambientes internos ou externos, ou quando houver caminhos preferenciais de circulação.

Figura 4 - Piso tátil de alerta (à esquerda) e piso tátil direcional (à direita).



Fonte: ABNT NBR-16537.

2.2.2. ORIENTAÇÃO E MOBILIDADE

De maneira simplificada, a orientação é o processo cognitivo que utiliza as informações sensoriais fornecidas pelo ambiente, que são percebidas e tratadas pelo indivíduo a fim de estabelecer e atualizar a posição que ocupa no espaço, refere-se portanto à habilidade do indivíduo em perceber o ambiente e a presença de pessoas e objetos ao seu redor. Enquanto que a mobilidade é o resultado desse processo e permite o deslocamento de um ponto a outro no espaço de forma segura e eficiente sem a necessidade de um acompanhante (BINS ELY, 2002; COÍN, ENRÍQUEZ, 2003; CUTURI *et al.*, 2016; LUGLI *et al.*, 2016). Nesse sentido, o processo de orientação espacial está relacionado, tanto com as características individuais e experiência do usuário quanto com a capacidade do espaço em oferecer informação espacial (BINS ELY, 2004). Para Lynch (2006), “o ambiente

sugere especificidades e relações, e o observador - com grande capacidade de adaptação e à luz de seus próprios objetivos – seleciona, organiza e confere significado àquilo que vê”. Para Passini e Proulx (1988), o processo de orientação e mobilidade pode ser dividido em três estágios:

- Processamento da informação: abrange a percepção e a cognição da informação para a resolução de um problema de orientação;
- Tomada de decisão: resulta no plano de ação ou decisão para alcançar determinado destino;
- Execução da decisão: transforma o plano de ação num comportamento ambiental e em movimento até chegar a um lugar.

O termo Orientação e Mobilidade (OM) também diz respeito ao conjunto de técnicas que oferecem ao indivíduo cego ou com baixa visão ferramentas que promovem sua interação de modo efetivo com a sociedade a partir de: estímulo de habilidades específicas relacionadas à aspectos cognitivos, psicomotores e emocionais para o treinamento dos sentidos remanescentes; técnicas de autoproteção; desenvolvimento da orientação e; técnicas com guia vidente, com bengala longa e com cão guia (ALMEIDA, 2008).

2.2.3. MAPA COGNITIVO E MAPA MENTAL

Muitas vezes as terminologias mapa cognitivo e mapa mental causam certa confusão, pois ambas apoiam-se nas mesmas bases teóricas e buscam a externalização de representações mentais. Contudo, enquanto o mapa cognitivo utiliza a expressão oral como elemento principal, o mapa mental busca o entendimento das relações com o ambiente ao materializar, por meio da expressão gráfica, todo o processo de pensamento, onde diversas informações, símbolos e mensagens são conectadas (VILLAROUÇO, 2001).

O mapa cognitivo pode ser definido como uma representação mental resultante da organização do conhecimento espacial, por meio do processamento cognitivo da informação, e das inserções da imaginação do usuário, que embutem

os ambientes e seus elementos de significado (KITCHIN, 1994; PADOVANI; MOURA, 2008). No caso de pessoas com baixa visão ou cegueira, torna-se fonte de informação que facilita o processo de tomada de decisões e permite a solução de problemas referentes à orientação e mobilidade (ARTHUR; PASSINI, 2002).

Portanto, os mapas cognitivos são, na verdade, organizadores avançados que influenciam o impacto da experiência direta dos indivíduos no ambiente (LIBEN, 1981). Gillner e Mallot (1998) destacam três aspectos fundamentais relacionados ao conceito de mapeamento cognitivo:

- Raciocínio espacial: é a capacidade de um indivíduo de encontrar novos atalhos a partir da lembrança de informações adquiridas a respeito das relações espaciais dos elementos arquitetônicos e objetos de determinado local;
- Integração de dicas: o conhecimento espacial se baseia em diferentes fontes de informação, como o conhecimento gerado por marcos referenciais; o conhecimento da rota, responsável por identificar caminhos que permitem movimentar-se de um ponto a outro; e o conhecimento pela área, adquirido a partir de deslocamentos entre pontos de referência distintos. A integração de todas essas informações de modo compatível é responsável pela formação de um mapa cognitivo;
- Memória espacial independente do objetivo: A aquisição de informações e a execução de tarefas de mobilidade não são eventos sequenciais, assim as informações sobre relações espaciais podem ser adquiridas em situações neutras (sem recompensa) e podem ser usadas posteriormente para comportamentos direcionados a objetivos (aprendizagem latente).

Considerando esses aspectos presentes durante o mapeamento cognitivo, os sujeitos são capazes de adquirir, armazenar, decodificar e relembrar informações sobre a localização relativa dos objetos e atributos em um ambiente (PADOVANI; MOURA, 2008), e assim tendem a progredir de uma representação vaga e incompleta da composição espacial para uma representação mais completa em forma de mapa.

Dessa forma, a formação de mapas cognitivos têm como resultado a aprendizagem ou aquisição de conhecimento espacial por parte do usuário, que

pode ocorrer pelo conhecimento operacional: a partir de captação de dados, e posteriormente a utilização da informação compreendida; ou pelo processo exploratório: com aprendizado direto na prática, por tentativa e erro. (DARKEN; PETERSON, 2001).

2.2.4. WAYFINDING

No final da década de 70, a expressão “wayfinding” começou a substituir o termo “orientação espacial”. Essa mudança foi resultado de uma análise feita sobre a movimentação do homem no espaço e sua relação com o mesmo. Arthur e Passini (2002) destacam que o termo “orientação espacial” caracteriza uma relação estática, sem progresso, enquanto a palavra “wayfinding” descreve uma relação dinâmica, ativa. Para os autores, o “wayfinding” é capaz de abranger todos os processos perceptivos, cognitivos e comportamentais que permeiam a escolha de trajeto em busca de um destino dentro de determinado espaço. Darken e Peterson (2001) também ressaltam o wayfinding como um elemento cognitivo de navegação, ou seja, ele aparece atrelado ao movimento e o indivíduo o usa para se planejar e guiar-se durante o deslocamento no ambiente, onde a organização do trajeto é a sua principal característica (GOLLEDGE, 1999). Nesse sentido, o processo de wayfinding pode ser organizado em quatro etapas cíclicas fundamentais (LYNCH; HORTON, 2009):

- Orientação (consciência do posicionamento no espaço);
- Decisões de rota (meios que interferem na decisão);
- Mapeamento mental (conhecimento do início, meio e fim da rota);
- Reconhecimento do destino (percepção do ponto final).

No campo de pesquisa do design e da arquitetura, ainda é possível encontrar o termo wayfinding arquitetural, que trata de informações sobre paisagismo e indicadores espaciais (equipamentos urbanos e edifícios) (BINS ELY, 2003), coletados através de cinco elementos primários (LYNCH, 1997):

- Caminhos/circulação: os trajetos existentes em um local são um elemento

chave para que a pessoa desenvolva o mapa cognitivo do espaço;

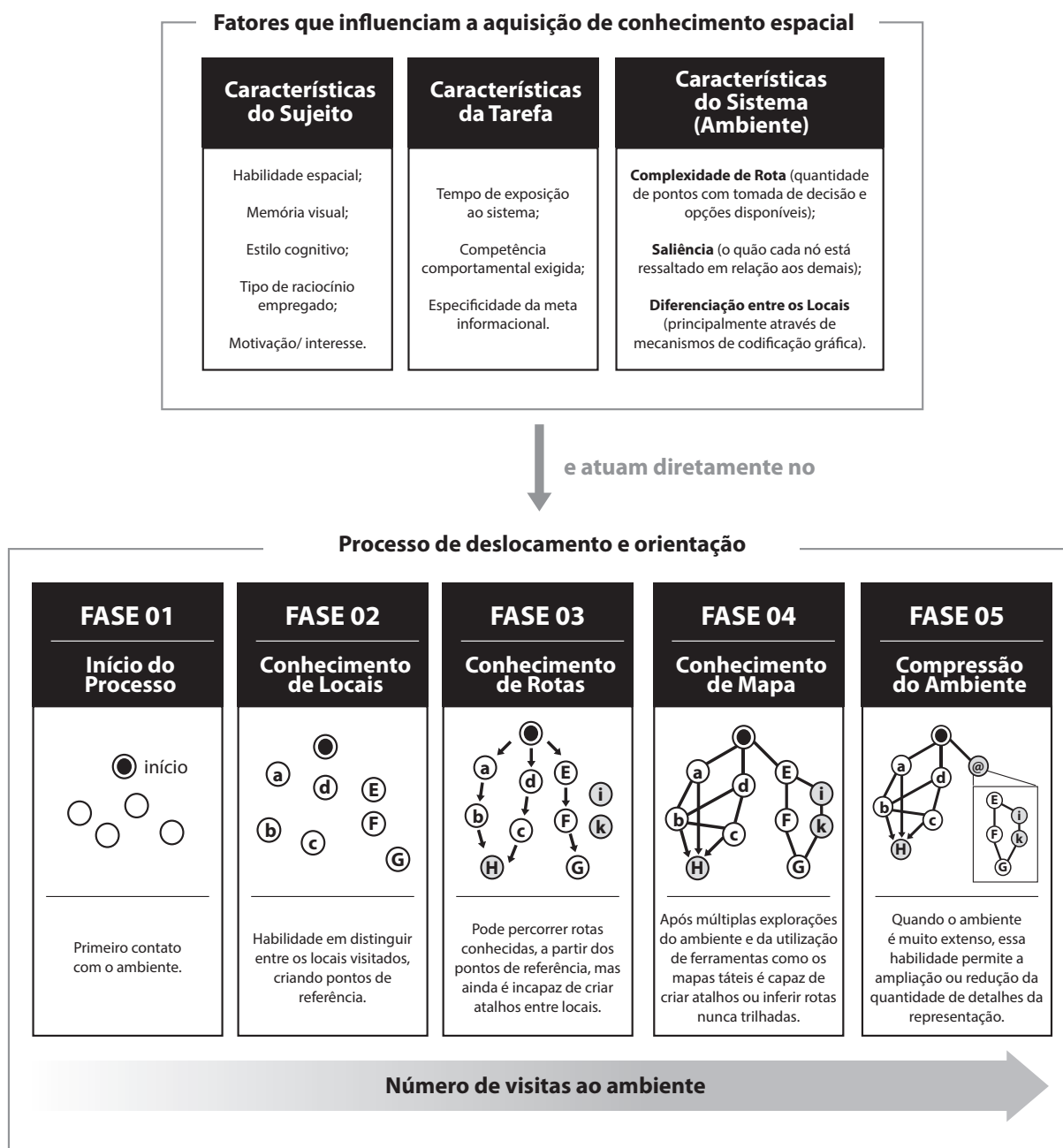
- Marcos: são objetos utilizados para identificar uma localidade ou partes de um ambiente que atuam como pontos de referências mentais;
- Nós: são pontos que contêm informações arquiteturais e gráficas que devem auxiliar as pessoas quando o trajeto apresentar opções de rotas;
- Limites: demarcações que determinam onde uma área começa e acaba;
- Zonas/distritos: tanto dentro quanto fora do ambiente, são áreas com características específicas que auxiliam a identificação geral do local.

Por fim, a abordagem do processo de wayfinding pode ser feita a partir de duas perspectivas complementares: como um fenômeno físico-comportamental (ARTHUR; PASSINI, 2002; BINS ELY, 2004) e como um sistema comportamental-operacional mediado pelo design (CARPMAN; GRANT, 2002). No primeiro caso, a relação dinâmica (de troca) entre o indivíduo e o ambiente é considerada a base do processo que se desenvolve gradualmente da relação sujeito-ambiente. Enquanto que na visão de Carpmán e Grant (2002), o processo de wayfinding se estabelece a partir da relação entre elementos comportamentais, que condiciona o ato de encontrar caminhos às estratégias de navegação utilizadas por cada indivíduo; elementos operacionais, que correspondem às iniciativas das organizações responsáveis por edifícios públicos ou privados em proporcionar um ambiente que forneça as ferramentas necessárias para a orientação e mobilidade das pessoas; e, por fim, de design, responsável pelo desenvolvimento de sistemas de informação precisos e consistentes.

2.2.5. AQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO ESPACIAL

É através do processamento cognitivo que a informação a respeito de um ambiente é adquirida. Portanto, a aquisição de conhecimento espacial sofre influência de diversos fatores ligados às características dos sujeitos, da tarefa e do sistema. Dessa forma, a aquisição de informação espacial pode ser considerada a primeira etapa em um processo de deslocamento e orientação, que segundo Padovani e Moura (2008), pode ser organizada em 5 fases (Figura 5).

Figura 5 - Variáveis envolvidas no processo de aquisição espacial e sua atuação no processo de deslocamento e orientação.

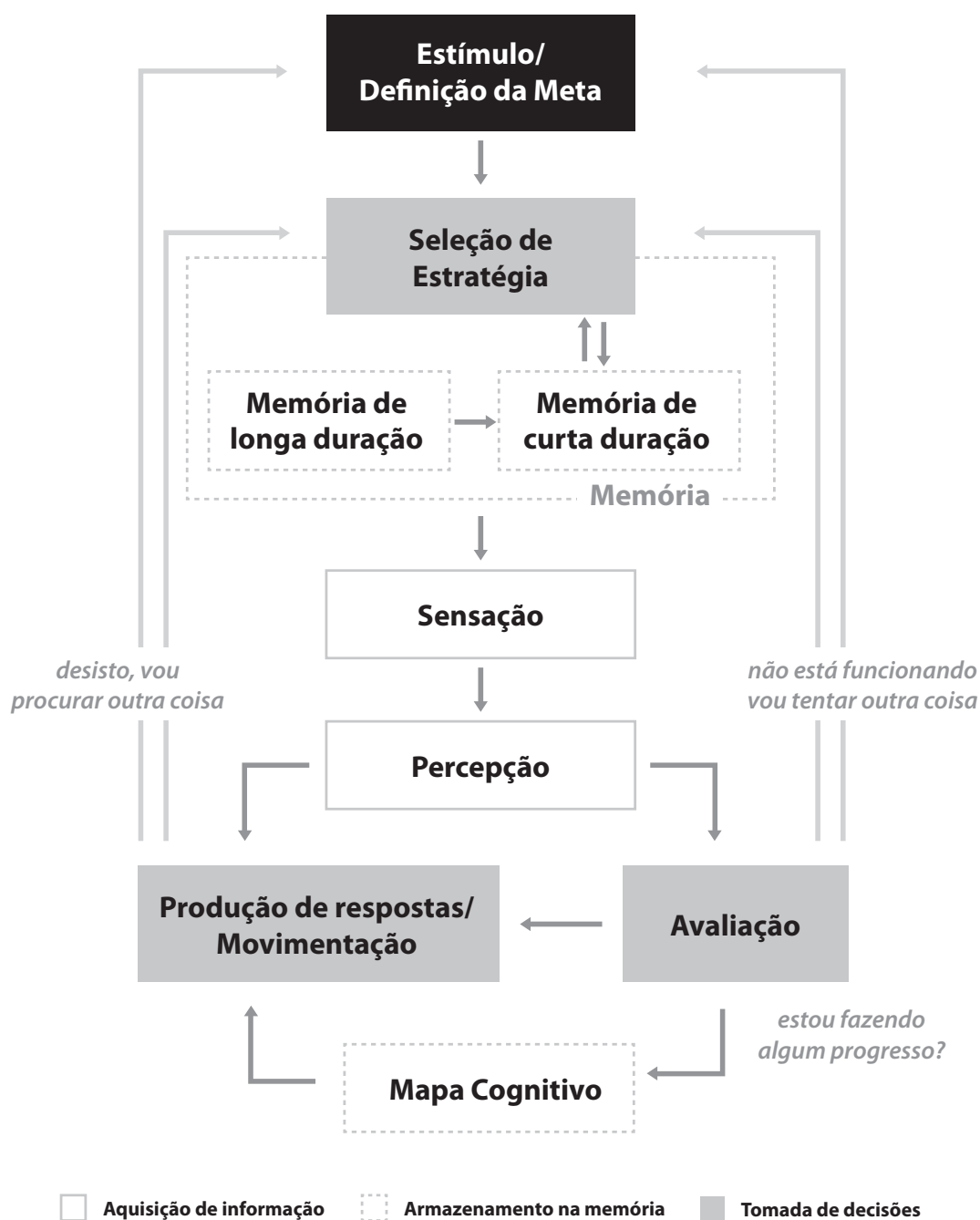


Fonte: Adaptada pelo autor de Padovani e Moura (2008).

Para além de aquisição de informações, ilustrada na Figura 5, o processo de deslocamento e orientação é composto de outras etapas: o armazenamento das informações percebidas na memória; a avaliação do progresso no deslocamento; e a

tomada de decisões com a movimentação em direção a meta estabelecida (DARKEN; PETERSON, 2001; PADOVANI; MOURA, 2008; WICKENS, 1992). Salientando que, de acordo com o que propõe Wickens (1992) e Darken e Peterson (2001), estas etapas são inter-relacionadas e não ocorrem isoladamente (Figura 6).

Figura 6 - O processamento da informação adquirida e sua atuação no processo de deslocamento e orientação.



Fonte: Adaptada pelo autor de Wickens (1992) e Darken e Peterson (2001).

2.2.6. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO INCLUSIVOS

Sistemas de informação podem ser definidos como aqueles em que ressaltam-se as questões de legibilidade e decodificação, com ênfase para a lógica de utilização em vez da lógica de funcionamento, tais como avisos e advertências em embalagem, sistemas de sinalização e manuais de instrução. A ergonomia e usabilidade desses sistemas, segundo Moraes (2002), dizem respeito à comunicação humano-tarefa-máquina em interfaces que não os computadores.

Considerando a transmissão de informações por meio de texturas como base para sistemas de informação inclusivos, a superfície dos materiais atua como uma interface, capaz de mediar o externo e o interno do objeto, logo a natureza da superfície dos produtos tem grande influência sobre os efeitos visuais e táteis, a depender do material selecionado para tal (MANZINI, 1989). Desse modo, a configuração de sistemas inclusivos deve estar de acordo com as condições perceptivas do ser humano, de forma a atender sua percepção multissensorial, atuando sobre a sua psique, num processo importante para as relações do usuário com os objetos que o rodeiam (LÖBACH, 2001). Logo, o designer deve ter a capacidade de descobrir as necessidades das pessoas e projetar objetos que façam sentido, viabilizando soluções sistêmicas e criativas (CARDOSO, 2012).

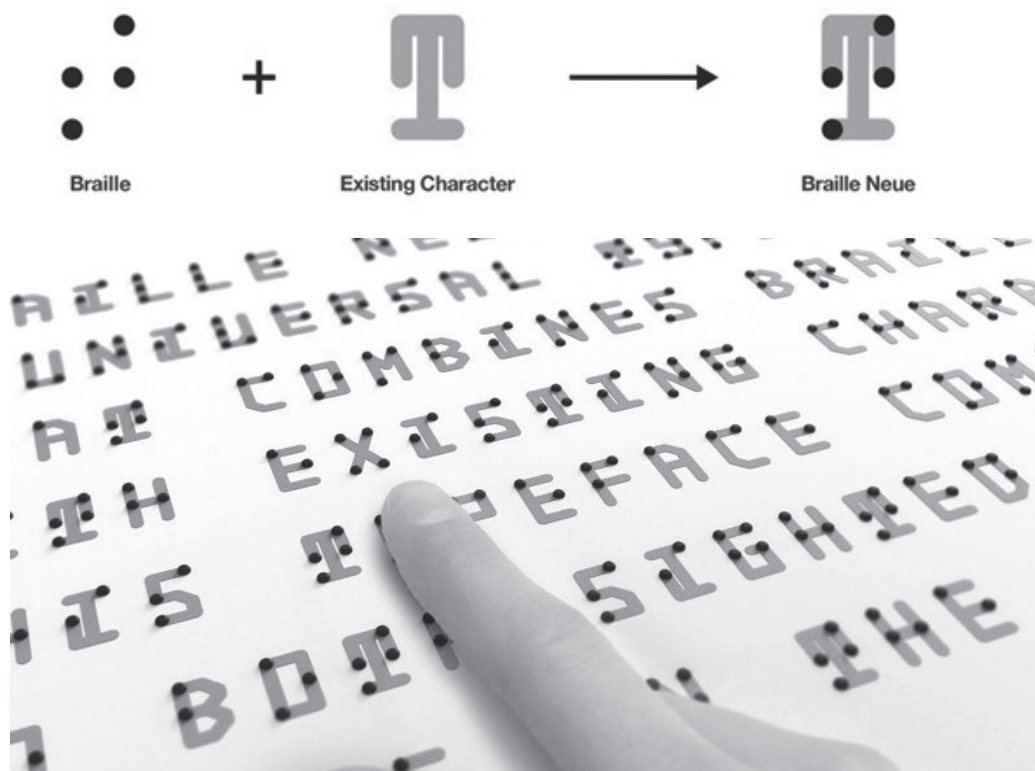
Os estudos da ergonomia moderna se concentram principalmente em sistemas onde os aspectos sensoriais (percepção e processamento de informações) e de tomadas de decisões são predominantes (IIDA, 2005), portanto, a ergonomia informacional se relaciona em muitos aspectos ao processo de cognição do ser humano. A execução de uma tarefa é determinada pelas trocas de informações que ocorrem durante a interação entre um indivíduo e uma interface. Caso essa informação não garanta uma interpretação correta ou apresente ambiguidade, a conclusão da tarefa pode ser prejudicada (SILVA; PASCHOARELLI, 2018). Assim, a ergonomia informacional faz uso dos princípios da teoria da informação, onde a satisfação do usuário depende do envio da informação correta de forma eficiente para a pessoa certa no momento pretendido, compreendendo aspectos da linguagem verbal e não verbal (MARTINS; MORAES, 2002).

Do mesmo modo, o design da informação também contribui com o desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos. De acordo com Herrera

(2013, tradução do autor), o design da informação pode ser definido como “a arte de organizar, selecionar, otimizar e transformar dados complexos em informação mais efetiva, útil e fácil com a intenção de satisfazer as necessidades e objetivos do usuário de acordo com um contexto”, e o designer pode atuar nesse contexto como mediador entre a fonte de informação e o usuário, podendo o conhecimento ser, então, percebido e assimilado (BONSIEPE, 2011). Ao considerar o avanço na implementação de políticas públicas a respeito da acessibilidade, o design da informação assume o papel de organizar e estruturar metodologias que garantam a orientação inclusiva, e ao compreender os elementos que integram o sistema de wayfinding de um ambiente fica claro que esta abordagem pode ir muito além de um projeto de sinalização (GALLINA; HALPERN, 2018).

Assim, alguns projetos recentes podem ilustrar de modo prático a aplicação do design da informação e da ergonomia informacional em projetos realmente inclusivos, como a família tipográfica Braille Neue (Figura 7), desenvolvida pelo designer Kosuke Takahashi.

Figura 7 - Braille Neue, de Kosuke Takahashi.



Fonte: <https://twitter.com/BrailleNeue>

2.3. DISPOSITIVOS PARA ORIENTAÇÃO E MOBILIDADE

Os mapas táteis integram um sistema informacional complexo que colabora para orientação e navegação de PcDV em espaços públicos (ALMEIDA; MARTINS, 2015). Além dos mapas táteis, outros recursos técnicos de auxílio à navegação sem visão também contribuem para deslocamentos assertivos com segurança, como o uso da bengala longa, de um cão guia, de guia vidente.

A capacidade de navegação é um fator que influencia a inclusão social e a qualidade de vida dos indivíduos, isso porque o ato de caminhar possibilita a execução de inúmeras atividades da vida cotidiana como lazer, trabalho e auto manutenção; além de que, no caso das PcDV, proporciona um sentimento de dependência (LONG *et al.*, 2016; ROENTGEN *et al.*, 2009). Apesar dos inúmeros benefícios, as PcDV enfrentam diversos obstáculos para realizar atividades de vida diária. Entre os maiores desafios enfrentados no dia-a-dia estão a dificuldade para estimar distâncias, a presença de obstáculos de difícil identificação e, conseqüentemente, a navegação com segurança (MAIDENBAUM *et al.*, 2014).

O estudo conduzido por Jeamwatthanachai, Wald e Wills (2019) demonstraram que as PcDV utilizam mais de um recurso para executar as tarefas do cotidiano a depender da familiaridade e da complexidade com a rota envolvida. O uso de cão-guia tem uma baixa aceitação devido ao custo elevado para o treinamento do animal, além de que em muitos locais não há sequer centros especializados para esse fim, enquanto que o auxílio por guia vidente embora, em alguns casos, possa reforçar o sentimento de insegurança, é utilizado em situações onde há grande movimentação e falta de sinalização tátil adequada. Por outro lado, a bengala longa, ou bengala branca, é o dispositivo mais comumente utilizado e de custo mais acessível. Contudo, a principal limitação da bengala longa é o alcance, que corresponde a cerca de um metro ou dois passos de distância entre o usuário e o objeto, além de que alguns obstáculos não podem ser superados por esse dispositivo, como a detecção de piso escorregadio causado por água ou outro objeto caído no chão (pedaço de plástico, papel ou tecido, por exemplo); obstáculos no nível do corpo e da cabeça; e ao descer escadas pode haver colisão com algum obstáculo no nível da cabeça (JEAMWATTHANACHAI; WALD; WILLS, 2019).



3. PERCEPÇÃO TÁTIL

3.1. As variáveis relativas ao estudo do toque

3.1.1. Estímulos

3.1.2. Repertório visual

3.1.3. Procedimentos exploratórios

3. PERCEPÇÃO TÁTIL

Sternberg (2012) define a percepção como um conjunto de processos psicológicos que permitem o reconhecimento, organização, sintetização e significação, no cérebro, das sensações recebidas dos estímulos ambientais pelos órgãos dos sentidos. Assim, a percepção tátil pode ser definida como a percepção das qualidades e propriedades dos materiais que constituem as superfícies dos objetos pelo toque, bem como o objeto em si (OKAMOTO; NAGANO; YAMADA, 2013) (LEDERMAN; KLATZKY, 2009a), e é composta por estratos psicofísicos e afetivos. O estrato afetivo é mediado por processos mentais e inclui percepções como beleza e limpeza, por exemplo. Enquanto que, o estrato psicofísico tem maior relevância no que diz respeito ao entendimento das dimensões táteis humanas, ou seja, estuda a dimensionalidade tátil das propriedades físicas dos materiais (OKAMOTO; NAGANO; YAMADA, 2013).

O estudo do toque pode ser definido como um tema multidisciplinar de grande relevância para o desenvolvimento de sistemas de informação direcionados a PcDV. Portanto, este capítulo apresenta variáveis centrais no estudo da percepção tátil: repertório visual, estímulos e procedimentos exploratórios. Todas essas dimensões contribuem para a compreensão das diferenças e semelhanças entre o toque e outras modalidades, bem como à exploração da existência de modos de processamento independentes do tato que permite o intercâmbio de informações entre as modalidades sensoriais.

3.1. AS VARIÁVEIS RELATIVAS AO ESTUDO DO TOQUE

A compreensão do papel do repertório visual no processo de busca tátil, a natureza dos estímulos apresentados e as condições em que a exploração manual é permitida são variáveis centrais no estudo do toque. Todas essas dimensões contribuem para a compreensão das diferenças e semelhanças entre o toque e outras modalidades, bem como à exploração da existência de modos de processamento independentes do tato, que permite o intercâmbio de informações entre as modalidades sensoriais.

3.1.1. ESTÍMULOS

De modo geral, o sistema háptico utiliza informações sensoriais derivadas de mecanorreceptores, que respondem à pressão ou quaisquer outros estímulos mecânicos, e termorreceptores, que captam estímulos de natureza térmica. Esses receptores sensoriais estão localizados na pele, músculos, tendões e juntas (LEDERMAN; KLATZKY, 2009b). Dessa forma, os estímulos táteis percebidos são transmitidos para o córtex somatossensorial primário, onde as áreas do corpo com maior inervação tátil e, conseqüentemente maior sensibilidade e acuidade tátil, estão representadas em grandes porções (BREMNER; SPENCE, 2017), permitindo a obtenção de informações sobre objetos e superfícies (KAHRIMANOVIC; BERGMANN; KAPPERS, 2010).

Podem-se dividir as propriedades dos objetos acessíveis ao tato em duas classes: materiais e geométricas. As propriedades materiais são definidas como aquelas independentes da estrutura do objeto, estão relacionadas a características tecnológicas de sua superfície como temperatura, dureza, textura e rugosidade. Por outro lado, as propriedades geométricas descrevem a estrutura do objeto como forma, tamanho e volume (KUNZLER, 2003; LEDERMAN; KLATZKY, 2009a; SATHIAN; LACEY, 2008; WHITAKER; SIMÕES-FRANKLIN; NEWELL, 2008).

3.1.2. REPERTÓRIO VISUAL

Na pesquisa tátil, participantes cegos têm sido um grupo relevante para o estudo da percepção háptica porque as pesquisas com participantes videntes podem resultar em subestimação das habilidades táteis (HELLER; BALLESTEROS, 2006), uma vez que há relatos de sensibilidade háptica aumentada nos cegos, e por este motivo tem gerado uma quantidade e qualidade interessante de resultados. Porém, o papel do repertório visual em atividades de discriminação tátil deve ser analisado em relação às propriedades materiais e geométricas dos objetos.

Segundo Klatzky (1998), a percepção tátil está associada ao tato e seu movimento. Então, é possível que o repertório visual nos indivíduos com cegueira

tardia, ligado às memórias de visão dos movimentos das mãos durante a exploração formal enquanto viam, ofereça uma vantagem na identificação das propriedades geométricas dos objetos (HELLER, 1985). Corroborando com esta hipótese, Norman e Bartholomew (2011), em um estudo conduzido com 16 participantes cegos, encontraram evidências de que entre os indivíduos com cegueira tardia o desempenho na identificação de formas tridimensionais foi superior ao grupo de cegos congênitos, enfatizando o papel da experiência visual no reconhecimento formal de objetos.

Quanto à influência do repertório visual na identificação de propriedades materiais dos objetos, a metodologia adotada na maioria das investigações consiste em atividades de categorização de materiais por similaridade e ranqueamento por meio de escalas numéricas. Nesse contexto, Baumgartner, Wiebel e Gegenfurtner (2015) concluíram que cegos congênitos e indivíduos videntes obtiveram desempenhos semelhantes nas duas avaliações, o que significa que a ausência de uma performance distinta entre os dois grupos leva a duas hipóteses; que não há benefício tanto de uma experiência visual posterior (no caso dos videntes) quanto do sentido tátil mais apurado (no caso dos cegos congênitos); ou que esses dois fatores se anulam. Em contrapartida, Bhirud e Chandan (2018), em um estudo similar apontaram que o treinamento tátil pode compensar a falta do repertório visual em indivíduos com cegueira congênita, visto que um grupo de cegos congênitos, fluentes em braile, apresentou um desempenho significativamente melhor em atividades de discriminação de texturas (lixas de diversas granulações) em relação à indivíduos videntes.

3.1.3. PROCEDIMENTOS EXPLORATÓRIOS

Klatzky e Lederman (1987) descreveram a relação sistemática entre a exploração manual e as propriedades dos objetos em uma série de procedimentos exploratórios (PEs), que são padrões estereotipados de exploração manual, observados quando solicitado às pessoas identificar uma propriedade particular ao explorar voluntariamente um objeto sem utilizar a visão (Figura 8).

Figura 8 - Interação das variáveis relativas ao estudo do toque na percepção das propriedades dos objetos.



Fonte: Adaptado pelo autor de Klatzky e Lederman (1987).

Por exemplo, o PE associado a consultas sobre calor ou frieza aparente de uma amostra é o “contato estático”, que envolve colocar a superfície da pele contra um objeto sem movimento. Outros PEs que receberam mais atenção na literatura incluem “pressão” (dureza), “apoio sem suporte” (peso), “envolver” (volume e formato grosseiro), “movimento lateral” (textura) e “contorno da forma” (forma exata) (KLATZKY; LEDERMAN, 1987). Assim, o PE associado a um estímulo material durante a exploração livre pode ser considerado satisfatório, na medida em que fornece a discriminação mais precisa sobre a dimensão avaliada.



4. MAPAS TÁTEIS

4.1. Contextualização

4.2. Estratégias de produção

4.2.1. A evolução nas técnicas de produção

4.2.1.1. Possibilidades da impressão 3D

4.2.2. Dados relevantes para produção

4.2.3. Metodologia para o desenvolvimento de mapas táteis

4.3. Estratégias de navegação e leitura

4.3.1. Uso de pistas táteis

4.3.2. Descrição verbal e exploração indireta

4. MAPAS TÁTEIS

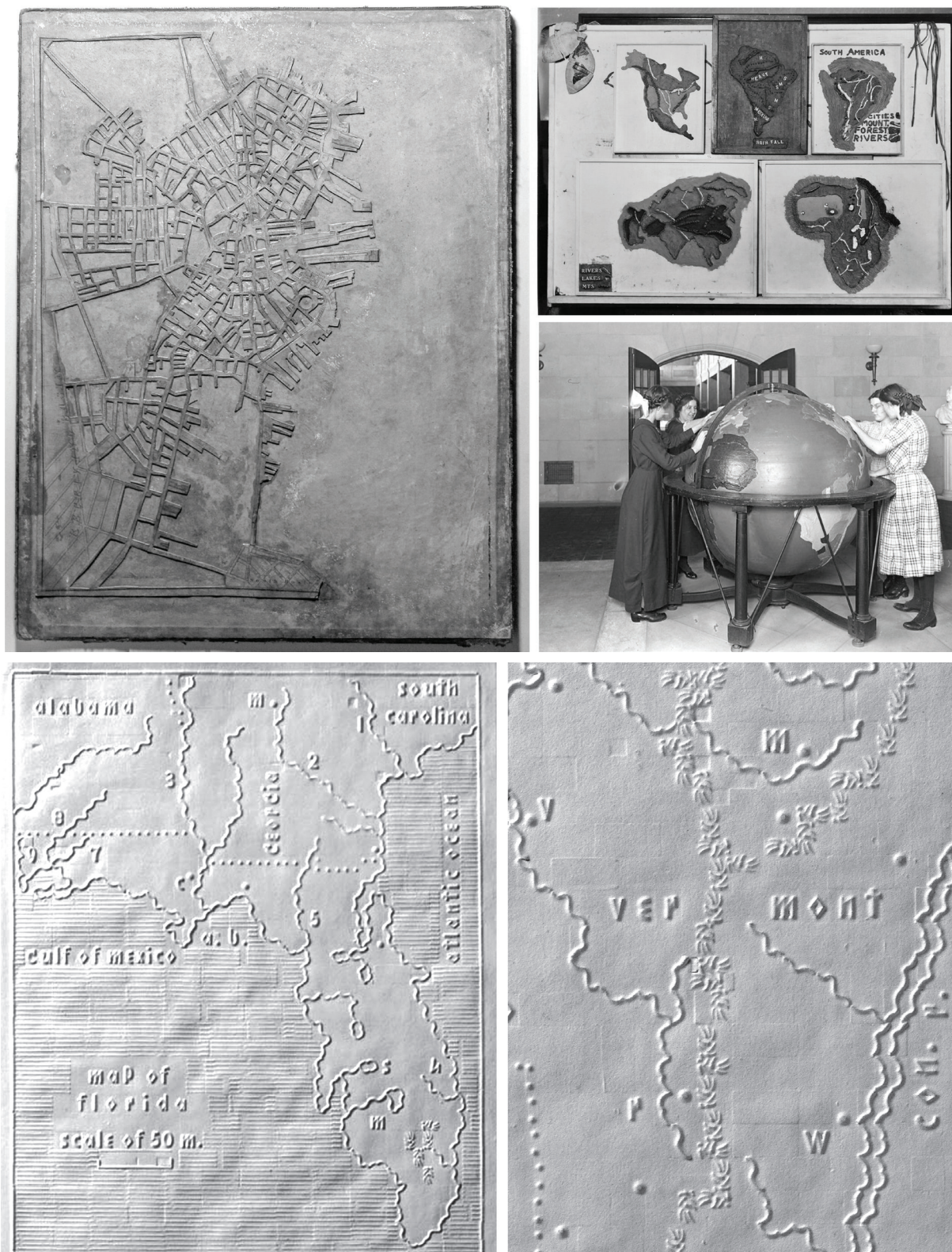
4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os primeiros registros de iniciativas para a educação de PcDVs datam do final do século XVIII, na Europa. Em 1785, Valentine Haüy fundou a primeira escola especial para cegos do mundo, a “L’Institution Nationale des Jeunes Aveugles” (INJA), em Paris. A INJA foi referência para fundação de outras escolas, como a “Perkins School for the Blind”, a mais antiga escola para cegos dos Estados Unidos, criada após uma visita de Samuel Gridley Howe à INJA, em 1829 (STADELMAN, 1913). No Brasil, a primeira escola para pessoas cegas foi fundada em 1854 no Rio de Janeiro por Dom Pedro II, o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, que a partir de 1891 recebeu o nome de Instituto Benjamin Constant (CABRAL, 2017).

Entre o final do século XVIII e meados do século XIX surgem as primeiras experiências para o desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos. Em 1808, Charles Barbier inventou a “Escrita Noturna” para uso dos soldados franceses durante a noite, que inspirou Louis Braille na criação do sistema de escrita braile em 1825. Contudo, a invenção de Louis Braille começou a ser adotada a nível mundial apenas após a Exposição Internacional de Paris, em 1855 (GIAIMO, 2017).

Os mapas táteis surgem durante esse mesmo período na Europa, como instrumentos didáticos para o ensino de geografia, e aos poucos esse conhecimento é levado a outros países. Em 1830, Stephen Preston Ruggles, responsável pela gráfica da Perkins School for the Blind, criou um mapa tátil da cidade de Boston utilizando placas de madeira, utilizado nas aulas da instituição (Figura 9). Outro marco importante na história é a produção do “Atlas dos Estados Unidos para uso dos cegos”, o primeiro produzido para a leitura por pessoas cegas de forma autônoma, por Samuel Gridley Howe, John C. Cray e Samuel P. Ruggles, em 1837 (Figura 9) (GIAIMO, 2017).

Figura 9 - 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 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, e podem ser classificados em dois tipos: de acesso coletivo, quando instalados nos próprios espaços e portáteis, em menor escala para uso individual (ISO, 2016). Para Edman (1992), os mapas táteis podem ser classificados quanto às informações apresentadas:

Tabela 6 - 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).

Outro ponto importante a ser destacado nesta contextualização é a produção científica sobre o tema no Brasil, ao longo dos anos as investigações sobre sistemas de informação e aprendizagem voltados a PcDV tem avançado, e a fim de melhor compreender esse processo foi realizado um levantamento de Instituições de Educação Superior atuantes nessa área por meio de grupos e projetos de pesquisa (Figura 10).

Figura 10 - Instituições de Ensino Superior atuantes na área de sistemas de informação inclusivos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2. ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO

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.

4.2.1. A EVOLUÇÃO NAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO

A produção 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 que chapas metálicas recebiam legendas em braille (Figura 11).

Figura 11 - 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 (FROSCH, 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 (Tabela 8).

Tabela 7 - Tecnologias de produção de mapas táteis a partir de matrizes digitais.

TÉCNICA	TIPO DO 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 posteriormente	Contornos	Impressão braille e detalhes em alto relevo
Fresadora	3D	Madeira e outros materiais sintéticos	Escultura por um braço mecânico	Topografia e baixo relevo	Impressão braille e produz 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 durabilidade	Alto custo

Fonte: Oliveira, Suemitsu e Okimoto (2016).

4.2.1.1. POSSIBILIDADES DA IMPRESSÃO 3D

Na produção de mapas táteis para orientação e mobilidade, a impressão 3D surge como tecnologia promissora (CHUA; LEONG; LIM, 2003; GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2015a), visto que apresenta vantagens se comparada a outras técnicas de produção.

Apesar do uso dos mapas táteis em contextos reais, Gual, Puyuelo e Lloveras (2015b) apontam que a exploração e aprendizado sobre um local desconhecido antes de ir até ele pode reduzir a ansiedade causada pela experiência de contato com o novo. Nesse sentido, a impressão 3D permite a produção de versões finais em pequeno número e escala reduzida, assim as PcDV podem utilizar os mapas em casa, antes de fazer a rota real.

No que diz respeito à exploração tátil, um dos fatores mais importantes para a correta localização e identificação dos símbolos são tamanho, forma e textura. Portanto, a inclusão de símbolos volumétricos nos mapas tem, de maneira geral, um efeito positivo porque aumenta a variedade de formas e atributos táteis, como contrastes de alturas (GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2015b). Ao empregar este tipo de símbolos verificou-se uma redução do tempo que o usuário gasta para encontrá-los de maneira autônoma, sem assistência verbal, com mais eficiência e redução de possíveis situações de frustração (GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2015a). Logo, os modelos 3D apresentam uma vantagem sobre os produzidos de forma tradicional devido à clareza dos símbolos, evidenciando uma melhor precisão geométrica e resolução, o que reflete na melhor percepção tátil das formas, além de permitir a produção de ícones mais intuitivos.

Outro ponto positivo é a melhora do processo de memorização de códigos táteis. Holloway, Marriott e Butler (2018) identificaram que o uso dos mapas com impressão 3D permitiu um modelo mental mais detalhado do ambiente, além de um ganho de precisão em questões que testaram a memorização dos layouts. Além de que, ao explorar a possibilidade de produzir geometrias complexas com elevação suficiente para acentuar o efeito de diferentes alturas entre os símbolos, é possível utilizar a impressão 3D em legendas táteis, assim elas podem ser percebidas pelo toque e lembradas através de seus atributos específicos de volume e forma (GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2013).

4.2.2. DADOS RELEVANTES PARA PRODUÇÃO

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 (LAWRENCE; LOBBEN, 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.

Ao 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 Gual, Puyuelo e Lloveras (2011, 2015a), Holloway, Marriott e Butler (2018), Lee (2019), Vasconcellos (1993).

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 na Tabela 9.

Tabela 8 - Dados relevantes para a produção de mapas táteis.

DECISÕES A RESPEITO DO CONTEÚDO QUAIS INFORMAÇÕES APRESENTAR?	
Finalidade	Um mapa usado para planejar e realizar 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.
Nível de familiaridade com o produto	A leitura de um mapa tátil de modo efetivo e preciso depende de estratégias de exploração, que 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.

DECISÕES A RESPEITO DO CONTEÚDO QUAIS INFORMAÇÕES APRESENTAR?

Pontos de referência	Que podem ser encontrados por um viajante incluem 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	É um requisito importante, visto que pessoas cegas exploram gráficos táteis sequencialmente. 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.

QUESTÕES RELACIONADAS À LEGIBILIDADE COMO APRESENTAR AS INFORMAÇÕES?

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).

4.2.3. METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE MAPAS TÁTEIS

A participação ativa dos sujeitos na concepção e desenvolvimento de sistemas de informação táteis é fundamental. Como já visto no tópico 2.2.5, o processo de aquisição de informações táteis depende de características específicas das pessoas, entre as quais estão a motivação e o interesse. Assim, o envolvimento destas pode

melhorar a aceitação e o compromisso com o novo sistema ao eliminar a sensação de imposição. Portanto, a abordagem do Design Centrado no Usuário (DCU), pode ampliar os requisitos projetuais, incluindo também as necessidades das tarefas e contextos de uso dos mapas que estão sendo desenvolvidos (SCARIOT; HEEMANN; PADOVANI, 2012).

Com base nos estudos de Almeida e Martins (2015), Brittell, Lobben e Lawrence (2018), Edman (1992), Feucht e Holmgren (2018), Gual, Puyuelo e Lloveras (2011), Loch (2008), foi possível dividir o processo de criação de mapas táteis em seis fases: conceitual, produção, avaliação do protótipo, adequação, avaliação do protótipo e modelo final (Figura 12).

Figura 12 - Metodologia para o desenvolvimento de mapas táteis.



Fonte: Adaptado pelo autor de Almeida e Martins (2015); Brittell, Lobben e Lawrence (2018); Edman (1992); Feucht e Holmgren (2018); Gual, Puyuelo e Lloveras (2011) e Loch (2008).

Na fase conceitual, o levantamento das necessidades dos sujeitos é uma etapa chave, pois os dados obtidos nesse momento são responsáveis pela condução do restante da fase conceitual. A estratégia utilizada por Feucht e Holmgren (2018), consiste em abordar, por meio de entrevistas estruturadas, temas específicos com os participantes: experiências anteriores com o uso de mapas táteis, fatores que dificultam a acessibilidade e a capacidade de mobilidade de forma autônoma no ambiente que será representado pelo mapa, além de estratégias utilizadas para navegação e identificação de sua localização no ambiente. Assim, com o processamento dessas informações é possível determinar os pontos de referência mais relevantes a serem representados, bem como a complexidade dos símbolos que podem ser aplicados a partir da identificação do grau de habilidade tátil dos sujeitos envolvidos.

A fase de produção consiste na geração do mapa-base para o desenvolvimento do protótipo. Nesta etapa Edman (1992), propõe que os órgãos responsáveis pela área a ser mapeada sejam consultados em busca de plantas atualizadas que possam servir como referência, a fim de manter as relações espaciais entre os elementos que serão representados. Ainda quanto à produção do protótipo, Loch (2008) e Oliveira, Suemitsu e Okimoto (2016), apresentam inúmeras possibilidades de técnicas disponíveis, que devem ser escolhidas de acordo com a complexidade dos símbolos a serem representados e com os custos envolvidos na produção.

A fase de avaliação do protótipo é composta por três etapas: planejar, realizar e descrever um percurso pré-determinado (ALMEIDA; MARTINS, 2015; BRITTEL; LOBBEN; LAWRENCE, 2018; GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011). A etapa de planejamento consiste em tarefas de localização de elementos, legendas e rotas apresentadas no protótipo, com o objetivo de identificar informações não percebidas corretamente ou desnecessárias para a compreensão da rota. A realização do percurso no ambiente real permite avaliar a correta localização dos marcos referenciais a partir dos pontos de tomada de decisão e rotas alternativas que podem ser representadas. Por fim, a reconstrução da rota percorrida, a partir da representação por meio de linhas ou ímãs do caminho realizado, permite avaliar a eficiência do mapa tátil na criação de um modelo mental do ambiente representado pelo usuário. Sugere-se que esta fase seja repetida após as adequações no protótipo, a fim de refinar o modelo final.

4.3. ESTRATÉGIAS DE NAVEGAÇÃO E LEITURA

Os mapas táteis não são amplamente utilizados, pois a interpretação das informações exige muito esforço para entender os conteúdos disponibilizados, o que causa confusão e consequentemente frustração por não conseguir calcular a distância entre os pontos de referência e estabelecer uma rota segura (JEAMWATTHANACHAI; WALD; WILLS, 2019). 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.

4.3.1. 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. A tabela 10 apresenta pistas táteis de maior relevância com base na descrição de sua função durante os deslocamentos.

Tabela 9 - Dicas táteis para navegação em ambientes externos.

DICA TÁTIL	USO		
	PONTO DE REFERÊNCIA	PONTO DE ALERTA	ANDAR EM LINHA RETA
Mudanças 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).

4.3.2. 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, tem como base o ponto de vista de um indivíduo em movimento 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 allocêntricas (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 sob a perspectiva do ambiente, sobretudo em locais não vivenciados diretamente (RUOTOLO; RUGGIERO; VINCIGUERRA, 2012). Neste sentido, Almeida e Martins (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 (Tabela 11).

Tabela 10 - Descrição verbal e técnica de exploração indireta para leitura de mapas táteis.

RESULTADOS	
Descrição Verbal (várias vezes, se necessário)	Obter conhecimento espacial suficiente dos locais descritos, evitam 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 do marcos referenciais.	Identificar as informações principais, visto que memorizar elementos desnecessários à sua orientação, torna a tarefa de navegação mais difícil e confusa, pois adquire-se uma representação fragmentada do ambiente.

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



CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao vivenciar um novo ambiente, qualquer pessoa com baixa visão ou cega tem a habilidade de representar mentalmente esse espaço. Para tanto, instrumentos informacionais, como os mapas táteis, podem dar suporte às pessoas cegas para facilitar essa representação mental do espaço. Pesquisas sobre a eficácia dos mapas táteis mostraram que pessoas com deficiência visual podem usá-los efetivamente para aprender rotas através de um novo local. Contudo, 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. Diante desse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar quais as principais estratégias de navegação utilizadas por esses indivíduos ao manipular mapas táteis, investigar as estratégias de produção e comparar os procedimentos metodológicos utilizados no processo de criação de mapas táteis.

O processo de wayfinding é uma tarefa bem mais complexa quando não se tem a visão como base para a recepção de informações. A pessoa com cegueira precisa tomar um número maior de decisões para se orientar com segurança: decidir a rota, conferir constantemente se o trajeto escolhido está correto e, por fim, reconhecer se chegou ao seu destino. É necessário que o indivíduo saiba onde está para traçar uma rota de deslocamento que considere segura. No entanto, em um local desconhecido e sem ideia antecipada do espaço, a pessoa cega não é capaz de tomar decisões com autonomia para se orientar, planejar e executar uma rota mesmo com auxílio de uma bengala ou de um cão guia. Portanto, é importante ressaltar que as questões referentes à orientação e mobilidade de PcDV sejam contempladas ainda na concepção do projeto dos espaços, de modo a permitir que o direito de ir e vir aconteça com autonomia, segurança e satisfação a todos.

Um ponto relevante a se considerar na produção de tecnologias assistivas é a questão da aceitação por parte das pessoas e, no caso dos mapas táteis, pode ocorrer o mesmo. Assim a inclusão do usuário é essencial, visto que além de fornecer informações pertinentes para o projeto, também acaba por diminuir as chances de rejeição do produto final. Para além da entrevista estruturada, outras metodologias específicas podem ser utilizadas para integrar as pessoas ao projeto de

mapas táteis, como as tarefas de localização, que permitem identificar informações desnecessárias e ajustar o layout dos elementos táteis; e a reconstrução de rota, que possibilita dimensionar a efetividade do mapa ao comparar o caminho original com a reconstrução do caminho compreendido.

A padronização abrangente dos símbolos táteis ainda não foi possível, visto que depende tanto das limitações técnicas do processo escolhido para produção quanto das diferenças individuais para percepção tátil dos símbolos. Recursos como as impressoras 3D ainda não estão disponíveis em muitos locais e assim os símbolos que poderiam ser facilmente compreendidos se impressos em 3D podem não ter a mesma eficiência se fabricados em papel microcapsulado. Da mesma forma, símbolos complexos e certas texturas podem não ser identificados por pessoas que não possuem treinamento tátil avançado ou condições de saúde que podem diminuir a sensibilidade nos dedos, como o diabetes.

A pesquisa sobre o toque é mais do que um campo multidisciplinar em crescimento, e esse interesse em como perceber objetos na ausência da visão contribuiu para a compreensão das diferenças e semelhanças entre o toque e outras modalidades, bem como à exploração da existência de modos de processamento independentes do tato, que permite o intercâmbio de informações entre as modalidades sensoriais. No desenvolvimento de mapas táteis assertivos, o apoio sonoro, como a áudio-descrição, pode fornecer uma camada adicional de informações aos elementos táteis presentes. Porém, devido a limitação de tempo para a pesquisa não foi possível a análise dessas interações no recorte apresentado.

Por fim, como sugestões para novos estudos é possível citar:

- A impressão em 3D depende da modelagem em softwares específicos operados por indivíduos videntes, assim pesquisas futuras devem focar em metodologias de capacitação para esses profissionais a fim de que a produção atenda de maneira eficiente às necessidades do público em questão. Ou ainda uma futura formação de profissionais cegos que possam assessorar/realizar todo o processo;
- Ainda no campo da impressão 3D, muitos são os materiais que podem ser utilizados na fabricação dos modelos. Portanto, novas pesquisas podem ilustrar o potencial de cada material na produção de símbolos táteis;

- A navegação em ambientes externos e internos pode apresentar obstáculos em comum, contudo a produção de mapas táteis pode demandar cuidados especiais ao considerar essas situações, como a quantidade de pessoas circulando, a presença de veículos e sons distintos. Dessa forma, pesquisas que abordem essa temática podem fornecer subsídios para a padronização de sistemas simbólicos para áreas externas e internas;
- A participação das PcDV na produção de mapas táteis é essencial, e inúmeras estratégias metodológicas para a integração do usuário no desenvolvimento de produtos podem ser adotadas. Nesse sentido, a avaliação da eficiência dessas estratégias com públicos e produtos variados poderia também contribuir com o desenvolvimento de sistemas de informação inclusivos.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. F. X. M. **Auxílios à navegação de pedestres cegos através de mapas táteis**. 2008. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife. 2008.
- ALMEIDA, M. F. X. M.; MARTINS, L. B. Analysis of wayfinding strategies of blind people using tactile maps. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 6020-6027, 2015.
- ANDRADE, I. F.; BINS ELY, V. H. M. 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.
- ARTHUR, P.; PASSINI, R. **Wayfinding: people, signs, and architecture**. New York: McGraw-Hill, 1992.
- 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.
- BAUMGARTNER, E.; WIEBEL, C. B.; GEGENFURTNER, K. R. A comparison of haptic material perception in blind and sighted individuals. **Vision Research**, n. 115, p. 238-245, 2015.
- BHIRUD, B. G.; CHANDAN, L. M. Blindness enhances texture perception: role of haptic sense. **Indian J Physiol Pharmacol**, n. 62(2), p. 170-173, 2018.
- BINS ELY, V. H. M.; DISCHINGER, M.; MATTOS, M. L. 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.
- BINS ELY, V. Ergonomia + Arquitetura: buscando um melhor desempenho do ambiente físico. In: **Anais** do 3º. Ergodesign – 3º. Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de interfaces humano-tecnologia: Produtos, programa, informação, ambiente construído. Rio de Janeiro. LEUI/PUC – Rio, 2003.
- BLADES, M.; UNGAR, S.; SPENCER, C. Map use by adults with visual impairments. **The Professional Geographer**, v. 51, n. 4, p. 539-553, 1999.
- BLALOCK, L.; CLEGG, B. Encoding and representation of simultaneous and sequential arrays in visuospatial working memory. **Quarterly journal of experimental psychology** (2006). n. 63, p. 856-62, 2010.

BONFIM, S. M. M. **A luta por reconhecimento das pessoas com deficiência: aspectos teóricos, históricos e legislativos**. Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, 2009.

BONSIEPE, G. **Design, cultura e sociedade**. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

BREMNER, A. J.; SPENCE, C. The development of tactile perception. In: SARAMA, J.; CLEMENTS, D. H.; GERMEROTH, C.; DAY-HESS, C. (Eds.). **Advances in Child Development and Behavior**. Nova Iorque: Academic Press, v. 52, p. 227-268, 2017.

BRITTELL, M. E.; LOBBEN, A. K.; LAWRENCE, M. M. Usability evaluation of tactile map symbols across three production technologies. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, n. 112, p. 745–758, 2018. DOI: 10.1177/0145482X1811200609.

CABRAL, D. **Instituto dos Meninos Cegos (1889-1930)**. MAPA - Memória da Administração Pública Brasileira, 2019. Disponível em: <<http://mapa.arquivonacional.gov.br/index.php/dicionario-primeira-republica/815-instituto-dos-meninos-cegos>>. Acesso em: 11. fev. 2021.

CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2012.

CARPMAN, J. R.; GRANT, M. A. Wayfinding: abroad view. In: BECHTEL, R. B.; CHURCHMAN, A. (Eds.), **Handbook of environmental psychology**. New York: JohnWiley, p. 427-443. 2002.

CATTANEO, Z.; VECCHI, T.; MONEGATO, M.; PECE, A.; CORNOLDI, C. Effects of late visual impairment on mental representations activated by visual and tactile stimuli. **Brain Research**, n. 1148, p. 170–176, 2007.

CHUA, C.K., LEONG, K.F., LIM, C.S. **Rapid prototyping: principles and applications**. 2. ed. Nova Iorque: World Scientific Publishing, 2003.

COÍN, Rivero; ENRIQUEZ, Maria I. R.. Orientação, Mobilidade e Habilidades da Vida Diária. In: **Deficiência visual: aspectos psicoevolutivos e educativos**. São Paulo: Santos, 2003.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projeto. In: Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produto, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: IGDP, p. 1-12, 2011.

CONSELHO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA. **As condições de saúde ocular no Brasil - 2019**. 1. ed. São Paulo: Conselho Brasileiro de Oftalmologia. 2019. Disponível em: <https://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf>. Acesso em 25 set. 2020.

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>. Acesso em: 20. jan. 2021.

CUTURI, L. F.; AGGIUS-VELLA, E.; CAMPUS, C.; PARMIGGIANI, A., GORIA, M. From science to technology: orientation and mobility in blind children and adults. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**. v. 71, p. 240-251, 2016.

DARKEN, R. P.; PETERSON, B. **Spatial Orientation, Wayfinding and Representation**. Handbook of Virtual Environment Technology. Stanney, K. Ed. 2001.

DISCHINGER, M.; BINS ELY, V. H. M.; PIARDI, S. M. D. G. **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, P. **Tactile Graphics**. American Foundation for the Blind Press, New York, 1992.

ESPINOSA, M. A.; UNGAR, S.; OCHAÍTA, E.; BLADES, M.; SPENCER, C. Comparing methods for introducing blind and visually impaired people to unfamiliar urban environments. **Journal of Environmental Psychology**, v. 18, p. 277-287, 1998.

FEUCHT, F. C.; HOLMGREN, C. R. Developing Tactile Maps for Students with Visual Impairments: A Case Study for Customizing Accommodations. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, n. 112(2), p.143-155, 2018. DOI: 10.1177/0145482X1811200203.

FROSCH, R. **O mundo em 3D**: produção de recursos pedagógicos inclusivos. Campos dos Goytacazes (RJ): Encontrografia, 2021.

GALLINA, G; HALPERN, M. Navegando por ambientes construídos: a informação pela arquitetura e design. **Revista Brasileira de Design da Informação/Brazilian Journal of Information Design**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 167-182 , 2018.

GIAIMO, C. **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.

GIBSON, J. J. **The ecological approach to visual perception**. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

GILLNER, S.; MALLOT, H. Navigation and acquisition of spatial knowledge in a virtual maze. **Journal of Cognitive Neuroscience**, n. 10(4), p. 445–463, 1998. DOI: 10.1162/089892998562861.

GOLLEDGE, R.; MARSTON, J. R. Towards an accessible city: removing functional barriers to independent travel for blind and vision-impaired residents and visitors. UC Berkeley: **California Partners for Advanced Transportation Technology**, 1999.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LOVERAS, J. Universal design and visual impairment: tactile products for heritage access. In: **International Conference on Engineering Design**, ICED, 2011.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. Analysis of volumetric tactile symbols produced with 3D printing. In: International Conference on Advantages in Computer-Human Interactions, 5., 2012, Nova Iorque. **Proceedings** [...]. Nova Iorque: Curran Associates, Inc, p. 60-67, 2012.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, M. Improving tactile map usability through 3-D printing techniques: An experiment with new tactile symbols. **Cartographic Journal**, n. 52(1), p. 51–57, 2013. DOI: 10.1179/1743277413Y.0000000046

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. Three-dimensional tactile symbols produced by 3D Printing: Improving the process of memorizing a tactile map key. **British Journal of Visual Impairment**, n. 32(3), p. 263–278, 2014.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. 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, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. The effect of volumetric (3D) tactile symbols within inclusive tactile maps. **Applied Ergonomics**, Amsterdã, v. 48, p. 1-10, 2015b.

GUIMARÃES, M. J. S.; MOURA, M.; DOMICIANO, C. L. C. **Design gráfico inclusivo na contemporaneidade** (Kindle Locations 596-609). Unesp. Kindle Edition.

GUTH, D. A.; RIESER, J. J.; ASHMEAD, D. H. Perceiving to move and moving to perceive: control of locomotion by students with vision loss. In: WIENER, W. R.; WELSH, R. L.; BLASCH, B. B. (Eds.). **Foundations of orientation and mobility**, 3. ed., v. 1, p. 3-44. New York: AFB Press, 2010.

HAMID, N. N. A.; ADNAN, W. A. W.; RAZAK, F. H. A. 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.

HELLER, M. A. Tactual perception of embossed morse code and braille: the alliance of vision and touch. **Perception**, n.14, p. 563-570, 1985.

HELLER, M. A.; BALLESTEROS, S. Introduction: approaches to touch and blindness. In: _____. (Eds.). **Touch and blindness: psychology and neuroscience**. Londres: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, p. 1-21, 2006.

HERRERA, M. J. Toward a definition of information design. In: IEEE International Professional Communication Conference, 2013, Vancouver. **Proceedings** [...]. Vancouver: IEEE, p. 1-7, 2013.

HOLLOWAY, L.; MARRIOTT, K.; BUTLER, M. 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, C. H.; YU, S. C. 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.

IDRC – INCLUSIVE DESIGN RESEARCH CENTRE. **What is inclusive design?** 2015. Disponível em: <<https://idrc.ocadu.ca/about-the-idrc>>. Acesso em: 15 fev. de 2021.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

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, W.; WALD, M.; WILLS, G. 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.

KAHRIMANOVIC, M.; BERGMANN T. W. M.; KAPPERS, A. M. Haptic perception of volume and surface area of 3-D objects. **Attention, Perception, & Psychophysics**, n. 72, p. 517-527, 2010.

KITCHIN, R. M. Cognitive maps: what are they and why study them? **Journal of Environmental Psychology**, n. 14, p. 1-19, 1994.

KLATZKY, R. L. Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections. In: FREKSA, C.; HABEL, C.; WENDER, K. F. (Eds.). **Spatial cognition**: an interdisciplinary approach to representation and processing of spatial knowledge. Berlim: Springer-Verlag, p. 1-17, 1998.

KLATZKY, R. L.; LEDERMAN, S. J. Hand movements: a window into haptic object recognition. **Cognitive Psychology**, v. 19, n. 3, p. 342-368, 1987.

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

KOUTSOKLENIS, A.; PAPADOPOULOS, K. 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.

KUNZLER, L. S. Q. **Estudo das variáveis de rugosidade, dureza e condutividade térmica aplicado à percepção tátil em design de produto**. 2003. 120 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LEDERMAN, S. J.; KLATZKY, R. L. Human haptics. In: SQUIRE, L. R. (Ed. In Chief). **Encyclopedia of Neuroscience**. San Diego: Academic Press, v. 5, p. 11-18, 2009a.

LEDERMAN, S. J.; KLATZKY, R. L. Haptic perception: a tutorial. **Attention, Perception & Psychophysics**, v. 7, n. 71, p. 1439-1459, 2009b.

LEE, C. L. 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.

LIBEN, L. Spatial representation and behavior: multiple perspectives: In: LIBEN, L.; PATTERSON, A. M.; NEWCOMBE, N. (Eds.), **Spatial representation and behavior across the life span**, New York: Academic Press, p. 3–36, 1981.

LUGLI, D.; SUEMITSU, K.; MINOZZO, M.; OKIMOTO, M. L. Bengala customizável para mulheres com deficiência visual. **Design e Tecnologia**, v. 6, n. 12, p. 44-53, 2016.

LYNCH, K. **A Imagem da cidade**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2006.

LYNCH, P. J.; HORTON, S. **Web style guide**: basic design principles for creating web sites. 3. ed. 2009. Disponível em: <http://webstyleguide.com/wsg3/>. Acesso em: 02 fev. 2021.

LÖBACH, B. **Design Industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

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

LOCH, R. 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>.

LONG, S. K.; KARPINSKY, N. D.; DONER, H.; STILL, J. D. Using a mobile application to help visually impaired individuals explore the outdoors. In: Applied Human Factors and Ergonomics Conference, **Proceedings** [...]. Orlando, FL, 2016.

LOOMIS, L.; KLATZKY, R.; GOLLEDGE, R.; CICINELLI, J.; PELLEGRINO, J.; FRY, P. Non-visual navigation by blind and sighted: Assessment of path integration ability. **Journal of Experimental Psychology: General**, n. 122, p. 73–91, 1993.

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

MAIDENBAUM, S.; HANASSY, S.; ABOUD, S.; BUCHS, G.; CHEBAT, D.; LEVY-TZEDEK, S.; AMEDI, A. The “EyeCane”, a new electronic travel aid for the blind: technology, behavior & swift learning. **Restorative Neurology and Neuroscience**, v. 32, p. 813-824, 2014.

MANZINI, E. **La materia dell’invenzione**. Milão: Progetto Cultura-Montedison, 1989.

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

MARTINS, L. B.; MORAES, A. Ergonomia informacional: algumas considerações sobre o sistema humano-mensagem visual. In: ALMEIDA, T. A.; RAMOS, F. S. (Orgs.). **Gestão da Informação na Competitividade das Organizações**. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 165-181, 2002.

MAY, A. J.; ROSS, T.; BAYER, S. H.; TARKIINEN, M. J. Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications. **Personal & Ubiquitous Computing**, v. 7, n. 6, p. 331-338. 2003.

MORAES, A. Ergonomia informacional: A comunicação humano-tarefa-máquina; processamento, convergência e mudança de comportamento. In: _____ (Org.). **Avisos, Advertências e Projetos de Sinalização**. Rio de Janeiro: iUsEr, 2002.

NORMAN, J. F.; BARTHOLOMEW, A. N. Blindness enhances tactile acuity and haptic 3D shape discrimination. **Attention, Perception, & Psychophysics**, n. 73, p. 2323–2331, 2011.

OKAMOTO, S.; NAGANO, H.; YAMADA, Y. Psychophysical dimensions of tactile perception of textures. **Journal of IEEE Transactions on Haptics**, v. 6, n. 1, p. 81-93, 2013.

OLIVEIRA, J. V. G. **Do essencial invisível: arte e beleza entre os cegos**. Rio de Janeiro: Renavan: FAPERJ, 2002.

OLIVEIRA, S.T., SUEMITSU, K., OKIMOTO, M.L.L.R. Design of a tactile map: an assistive product for the visually impaired. In: REBELO, F.; SOARES, M. (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, E. M. **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.

PADOVANI, S.; MOURA, D. **Navegação em Hiperímídia: uma abordagem centrada no usuário**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2008.

PASSINI, R.; PROULX, G. Wayfinding without vision: an experiment with congenitally blind people. **Environmental Behavior**, n. 20, p. 227–252, 1998.

ROENTGEN, U. R.; GELDERBLOM, G. J.; SOEDE, M; WITTE, L. P. The impact of electronic mobility devices for persons who are visually impaired: a systematic review of effects and effectiveness. **Journal of Visual Impairment & Blindness**. New York n. 103.11, p. 743-753, 2009.

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

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

SATHIAN, K.; LACEY, S. Visual cortical involvement during tactile perception in blind and sighted individuals. In: RIESER, J. J., ASHMEAD, D. H., EDNER, F. F., CORN, A. L. (Eds.). **Blindness and brain plasticity in navigation and object perception**. Mahwah, NJ: Erlbaum, p. 113-125, 2008.

SCARIOT, C. ; HEEMANN, A. ; PADOVANI, S. . Understanding the collaborative-participatory design. **Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation**, v. 41, p. 2701-2705, 2012.

SCARIOT, C. A. **Avaliação de sistemas de informação para wayfinding**: um estudo comparativo entre academia e mercado em Curitiba. Dissertação (mestrado em Design). PPG - UFPR, Curitiba, 179p., 2013.

SHAKESPEARE, T. **Disability rights and wrongs**. Canada: Routledge, 2006.

SILVA, J. C. P.; PASCHOARELLI, L. C. A ergonomia informacional e a possibilidade de desenvolvimento de texturas para leitura tátil - uma revisão. In: PASCHOARELLI, L. C.; MEDOLA, F. O. (Orgs.). **Tecnologia Assistiva: Estudos Teóricos**. 1. ed. Bauru: Canal 6 Editora, p. 371-378, 2018.

SPIRANDELLI, A. J.; DOMICIANO, C. L. C. Sistemas de informação para deficientes visuais: uso da impressão 3D. **Actas de Diseño**, n. 36, p. 113-116, 2021.

STADELMAN, J. **Education of the Blind**. The Catholic Encyclopedia. v. 5. New York: Robert Appleton Company, 1909.

STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K. **Cognitive Psychology**. Belmont: Wadsworth, 2012.

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

THORNDYKE, P. W.; HAYES-ROTH, B. Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. **Cognitive Psychology**, n. 14, p. 560-589, 1982.

UNGAR, S.; BLADES, M.; SPENCER, C.; MORSLEY, K. Can visually impaired children use tactile maps to estimate directions? **Journal of Visual Impairment and Blindness**, n. 88, p. 221-233, 1994.

UNGAR, S.; BLADES, M.; SPENCER, C. The construction of cognitive maps by children with visual impairments. In: PORTUGALI, J. (Ed.). **The construction of cognitive maps**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., p. 247-273, 1996.

UNGAR, S. Cognitive mapping without visual experience. In: KITCHIN, R.; FREUNDSCUH, S. (Eds.). **Cognitive Mapping: Past, Present and Future**. London: Routledge, p. 221-248, 2000.

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

UNGAR, S.; JEHOEL, S.; MCCALLUM, D.; ROWELL, J. Tactualization of spatial information: towards a perceptual-cognitive approach to tactile map design. In: International Cartographic Conference, 22, 2005, La Coruña. **Proceedings** [...], La Coruña: CD, 2005.

VASCONCELLOS, R. **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.

VILLAROUCO, V. **Modelo de avaliação pós-projeto: enfoques em variáveis cognitivas e ergonômicas**. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

WHITAKER, T. A.; SIMÕES-FRANKLIN, C.; NEWELL, F. N. Vision and touch: Independent or integrated systems for the perception of texture? **Brain Research**, n. 1242, p. 59-72, 2008.

WICKENS, C. **Engineering Psychology and Human Performance**. New York: Harper Collins, 1992.