

ação ergonômica volume 9, número 1

MAQUETES E MAPAS TÁTEIS: DIRETRIZES PARA PROJETO, SELEÇÃO DE MATERIAIS E TÉCNICAS

Regina Álvares Dias

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
regina.alvares@gmail.com

Sarah S. Braga Estanislau

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
sarahbraga3@gmail.com

Isabella Pontello Bahia

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
isabellapont.bahia@gmail.com

Resumo: O presente artigo tem como objetivo a formulação de diretrizes para construção de mapas e maquetes táteis utilizadas pelos deficientes visuais como forma de ampliar a percepção espacial dos ambientes construídos. Para embasar essas diretrizes, foi preciso aprofundar em questões relacionadas ao usuário principal deste tipo de maquete – o deficiente visual –, a percepção tátil, as diferentes tipologias de comunicação e sinalização táteis e suas funções; a seleção de materiais e técnicas que sejam mais adequadas para a construção desses artefatos.

Palavras Chave: percepção tátil; design de ambientes; comunicação tátil; materiais.

Abstract: *This paper aims to formulate guidelines for the construction of tactile maps and models used by the blind as a way of expanding the spatial perception of the built environment. To support these guidelines, we had to delve into issues related to the primary user of this type of model, the tactile perception, different types of tactile communication/signs and its functions, the selection of materials and techniques that are more appropriate for the construction of these artifacts.*

Keywords: *tactile perception, design environments; tactile communications; materials.*

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo está focado na comunicação tátil, aquela que se dá, principalmente, por meio de símbolos gráficos com texturas diferenciadas e/ou em relevo ou pela emissão de impulsos vibratórios e requer a percepção tátil para sua recepção. Os interesses estão na sua tridimensionalidade espacial e mental, na possibilidade de aplicação de diferentes materiais e técnicas utilizadas para a confecção desses artefatos, e na promoção de maior acessibilidade, autonomia e segurança dos deficientes visuais em ambientes construídos públicos.

O termo deficiência visual refere-se a uma diminuição irreversível das funções visuais em virtude de causas adquiridas ou congênitas. Essa diminuição pode ser leve, moderada, severa e profunda, que correspondem aos indivíduos com baixa visão, ou total ausência de visão considerada como cegueira.

De acordo com Destefani, Bernardi e D'Abreu (2009), os indivíduos com baixa visão necessitam do conhecimento prévio do espaço, da posição em que se encontram nesse espaço e também os obstáculos que alteram sua locomoção em determinado ambiente. Alguns meios de representações espaciais, como mapas táteis, maquetes táteis e/ou sonoras e sinalizações são utilizadas como recursos que facilitem a percepção do espaço pelo usuário deficiente.

O processo de orientação de pessoas cegas envolve três estágios, segundo Bins Ely (2004): o processamento da informação, a tomada de decisões e a execução da decisão. No estágio do processamento são realizadas operações de percepção e interpretação das sensações. É neste estágio que se faz importante a clareza das informações passadas ao usuário para que sua interpretação seja correta.

Os deficientes visuais se orientam, principalmente a partir da percepção tátil e sonora. Cabe ao projetista desses meios de representação tátil explorar os materiais e as técnicas mais adequados para a confecção dos mapas e maquetes. O ideal é relacionar os aspectos táteis e visuais

dos materiais que irão representar com os aspectos encontrados no ambiente real, de forma que o usuário faça uma associação fiel daquilo que é a realidade.

Entretanto, o tato – principal sentido utilizado pelos deficientes visuais para perceberem o seu entorno – é aquele o qual o nível de complexibilidade é o mais elevado, como explica (DESTEFANI, 2009, p. 6) “a informação recebida através do tato ou da audição é mais fragmentada e complexa de ser entendida do que a informação visual. É muito importante para o projetista entender como esses usuários interpretam as informações como eles conformam o espaço mentalmente”.

A inclusão social de pessoas portadoras de diferentes tipos de deficiências físicas está sendo aplicada no país, aos poucos, amparada pela Constituição Brasileira, por legislações e normas específicas como a NBR 9050 definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Evidencia-se assim a importância de se projetar, da forma mais realista possível, os elementos característicos dos ambientes tais como mapas e maquetes táteis, para que o usuário não tenha dúvidas em relação ao seu entorno e ao melhor caminho que deve percorrer em determinado espaço. Além dos aspectos comunicativos inerentes a essas mídias, é igualmente relevante levar em consideração os aspectos da usabilidade, durabilidade, segurança, dentre outros nos projetos desses artefatos.

2. TIPOLOGIA DA COMUNICAÇÃO E SINALIZAÇÃO ESPACIAL

As formas de comunicação e sinalização possíveis em espaços construídos são a visual, tátil e sonora, que estão listadas no Quadro 1. Nele diferentes tipologias de representação espacial, da mais simplificada à mais complexa, são apresentadas com suas devidas características.

Quadro 1 - Tipos de comunicação e sinalização. Adaptado da ABNT NBR 9050 (2004) e DESTEFANI; BERNARDI; D'ABREU (2009).

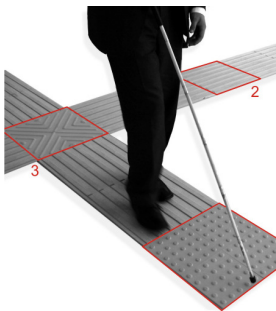
Tipologia	Características
Sinalização visual	Informações visuais devem seguir premissas de textura, dimensionamento e contraste de cor dos textos e das figuras para que sejam perceptíveis por pessoas com baixa visão.
Sinalização tátil em Braille	O arranjo de seis pontos e o espaçamento entre as celas Braille devem atender a norma. As informações em Braille devem estar posicionadas abaixo dos caracteres ou figuras em relevo, e não dispensam a sinalização visual.
Sinalização de textos e figuras	Os textos, figuras e pictogramas em relevo são dirigidos às pessoas com baixa visão, para pessoas que ficaram cegas recentemente ou que ainda estão sendo alfabetizadas em Braille. Devem estar associados ao texto em Braille.
Sinalização sonora	A sinalização sonora deve ser associada à sinalização visual, sendo que toda mensagem sonora deve ser precedida de um prefixo ou de um ruído característico para chamar a atenção do ouvinte.
Sinalização tátil vertical	Atender aos requisitos de espaçamento, proporção e altura do texto, acabamento e contraste. Os símbolos em relevo devem ser instalados entre 1,40 m e 1,60 m do piso e a inscrição em Braille ou texto em relevo deve estar na sua parte inferior.
Sinalização de portas	Nas portas deve haver informação visual (número da sala, função etc.) ocupando área entre 1,40 m e 1,60 m do piso. A sinalização tátil (em Braille ou texto em relevo) deve ser instalada nos batentes ou área adjacente, no lado onde estiver a maçaneta.
Sinalização tátil de corrimãos	É recomendável que os corrimãos de escadas e rampas sejam sinalizados através de um anel com textura contrastante com a superfície, instalado 1,00 m antes das extremidades e respectiva sinalização em Braille, informando o início e final.
Sinalização tátil no piso	A sinalização tátil no piso pode ser do tipo de alerta ou direcional, sendo em cor contrastante com a do piso adjacente, podendo estar sobrepostas ou integradas ao piso existente.
Planos e mapas táteis	São representações bidimensionais e servem para informar a planta de localizações de um determinado ambiente, como o sistema de acesso a um elevador, os locais de atendimento de um banco, o acesso aos balcões de <i>check-in</i> de um aeroporto. Devem ser instalados em superfície horizontal ou levemente inclinada.
Cartografia tátil	São produtos cartográficos táteis de escalas reduzidas para atender as necessidades do ensino de Geografia no Ensino Fundamental e Médio como forma de promover o acesso do cidadão portador de deficiência visual à informação espacial.
Maquete visual	Representação tridimensional de um equipamento urbano, localidade ou ambiente construído, sendo confeccionada em escala reduzida com as mesmas características físicas do real. A maquete visual geralmente não é acessível ao toque e ficam protegidas por uma redoma transparente.
Maquete tátil	Possui as mesmas características similares à anterior, porém proporciona o toque para melhor compreensão tátil.
Maquete tátil e sonora	Com as mesmas características da maquete tátil, acrescida da implementação de sensores conectados ao computador e inseridos à maquete, permite que palavras ou frases previamente gravadas, sejam reproduzidas de forma sonora sempre que o sensor for pressionado, como o propósito de enriquecer a percepção espacial.

A sinalização tátil considera, inicialmente, o uso do sistema Braille por ser uma linguagem que substitui a língua escrita. Outra forma de sinalização é a visual com caracteres ou figuras em relevo. Os pisos táteis têm a função de criar percursos seguros indicando as direções a seguir, e indicar as barreiras ou perigos potenciais existentes ao longo deste percurso, de acordo com

Andrade et al (2007). No caso das pessoas com restrição visual total, a obtenção destas informações se dará principalmente através da introdução de contrastes de sonoridade, textura e resistência nos pisos táteis em relação aos pisos circundantes. Para as pessoas com visão residual (baixa visão), além destas características, devem-

se considerar os tipos de contraste de cor perceptíveis e a eliminação de reflexos.

Os mapas táteis representam a realidade através de símbolos de fácil reconhecimento, com isso a observação com o tato (toque dos dedos) ocorre ponto a ponto. Os documentos cartográficos, conforme em Ventorini (2007) podem contribuir para que os cegos formem esquemas espaciais de ambientes, antecipando suas decisões e minimizando a complexidade e pontualidade destes esquemas. Os mapas táteis diferem-se das maquetes táteis pela ausência de delimitações de espaço e preocupações com detalhes arquitetônicos e do entorno.



(a)



(b)



(c)

Figura 1 - (a) Design de piso alerta desenvolvido pela UFSC (Andrade et al, 2007); (b) mapa tátil de uma estação de trem em São Paulo, e (c) cartografia tátil do Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da UFSC.

A representação espacial de equipamentos e bens tombados é também normalizada pela NBR9050, sendo obrigatória sua aplicação nas seguintes situações:

- Nos casos de áreas ou elementos onde não seja possível promover a adaptação do imóvel para torná-lo acessível ou visitável, deve-se garantir o acesso por meio de informação visual, auditiva ou tátil das áreas ou dos elementos cuja adaptação seja impraticável;
- Em sítios considerados inacessíveis ou com visitação restrita, devem ser oferecidos mapas, maquetes, peças de acervo originais ou suas cópias, sempre proporcionando a possibilidade de serem tocados para compreensão tátil.

Destefani, Bernardi e D'Abreu (2009, p. 9) fazem a seguinte distinção entre mapas e maquetes, que são comumente confundidos como sendo uma mesma representação espacial. O mapa é constituído apenas pela representação bidimensional – uma representação gráfica sobre um plano – em escala e contendo símbolos de orientação. Já a maquete é uma representação tridimensional de ambientes construídos, como um palácio, um parque, um museu, entre outros.

A Figura 1 exemplifica algumas das tipologias de representação espacial.

Dentre os exemplares que cumprem essa determinação, tomamos a maquete tátil do Congresso Nacional, em Brasília. Esse projeto foi viabilizado pelo Programa de Acessibilidade da Câmara dos Deputados e executada pela equipe do Centro Design Empresa (CDE) da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), conforme todo o processo de produção descrito por Mottin et al (2009). O propósito da maquete é o de proporcionar aos visitantes, sejam deficientes visuais e não deficientes, a compreensão e percepção do conjunto arquitetônico símbolo da capital do Brasil.

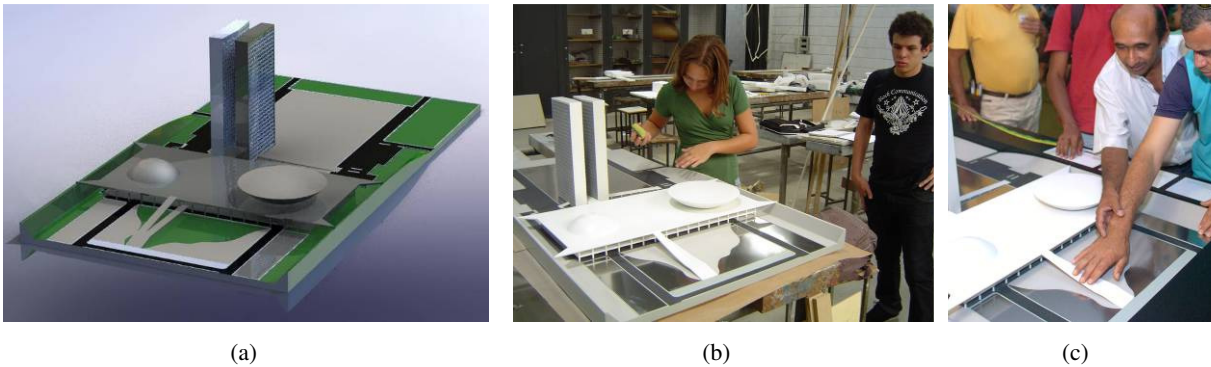


Figura 2 - Maquete tátil do Congresso Nacional: (a) projeto realizado a partir da modelagem tridimensional das peças em separado para a prototipagem rápida; (b) após a prototipagem, se executou a montagem e acabamento do conjunto; e (c) a maquete em uso em Brasília. Fonte: Projeto do CDE – Escola de Design da UEMG.

3. DIRETRIZES PARA PROJETO DE MAPAS E MAQUETES TÁTEIS

Elaborar um mapa ou uma maquete tátil exige do projetista levar em consideração uma série de requisitos relevantes, os quais foram aqui agrupados em: público-alvo; tipologia e escala; local e duração de exposição; materiais; e técnicas de produção.

Quanto ao primeiro requisito, conhecer quem irá utilizar o mapa ou maquete é uma informação essencial para qualquer projeto. As pessoas possuem algum tipo de necessidade especial? Se sim, qual a necessidade específica e como isso pode ser suprido a partir da construção dessa comunicação tátil? Quais os tipos de informações necessárias para comunicar ao usuário sobre o ambiente e sua mobilidade? Como as pessoas se comportam no acesso ao ambiente e no seu deslocamento no ambiente? Quais os costumes e uso das pessoas? Como será utilizada? As respostas a essas e outras questões a respeito do público-alvo darão apoio necessário para que o mapa ou a maquete sejam realmente funcionais para seus usuários.

De início, o projeto deve levar em conta o objetivo da comunicação, e a partir dele, escolher a tipologia mais adequada. Outro ponto importante é a definição da escala dos mapas, cartografia e maquetes. Deve-se definir a escala em razão dos seguintes fatores: o nível de detalhe pretendido para o mapa ou maquete; a dimensão final do

modelo considerando a usabilidade, ou seja, a possibilidade da exploração tátil dentro de um espaço físico adequado, seja na sua altura e alcance manual dos usuários.

É importante delimitar os requisitos relativos ao local onde o mapa ou maquete estará exposto. Geralmente são duas as modalidades, a exposição na área interna e na área externa das edificações. O mapa ou maquete localizado numa área interna, de maneira geral, está mais protegido das intempéries do ambiente, dos agentes que possam danificar sua estrutura e do vandalismo.

A exposição de mapas e maquetes no exterior das construções requer um projeto mais robusto no que se refere à seleção dos materiais e técnica de fabricação. O artefato ficará exposto a diferentes graus de luminosidade, umidade, temperatura e agentes nocivos presentes no ar. Ou seja, os mapas e maquetes devem ser resistentes aos agentes naturais e intempéries, como a exposição ao sol, chuva, neve, vento e poluição ambiental. Para tanto, a seleção de materiais os materiais devem levar em conta a resistência física, mecânica e ao desgaste natural em razão dos fatores climáticos. Somados a esses requisitos, deve-se considerar também outros agentes como o fogo, acidentes diversos e vandalismo.

A duração da exposição pode determinar a escolha mais adequada dos materiais e das técnicas para a construção do mapa ou maquete. No caso de ser eventual, por exemplo, uma comunicação durante um evento ou exposição

temporária, requer o uso de materiais de certa durabilidade relativa ao tempo de exposição e às condições ambientais. Do contrário, a exposição permanente requer a seleção de materiais bem mais resistentes, além de todos os aspectos já mencionados.

4. DIRETRIZES PARA A SELEÇÃO DE MATERIAIS E DE TÉCNICAS

Antes de se definir quais os materiais mais adequados para serem utilizados em mapas e maquetes táteis, assim como a técnica empregada para a sua confecção, devem-se tomar em consideração os seguintes aspectos em conjunto:

- Tipologia (relativa ao Quadro 1); o que o mapa ou maquete irá representar e quais os materiais que melhor simulam a situação real e seus aspectos sensoriais (Quadro 2);
- Recursos para o projeto (custo, prazos e recursos humanos);
- Localização e duração de exposição;
- Dimensão, escala e modularidade do modelo para facilitar, por exemplo, seu transporte e montagem;
- Tipos de conexão para união dos componentes do modelo e sua perfeita solidez para permitir seu uso seguro e eficiente;
- Aspectos de limpeza, manutenção, segurança e durabilidade;
- Aspectos estéticos devem ser considerados de maneira a manter elementos e detalhes presentes na realidade de maneira a tornarem-se perceptíveis aos usuários com diversas restrições físicas, mas também preservar os aspectos estéticos visíveis para as pessoas sem deficiências visuais;
- Relacionar a escolha das técnicas para a confecção do modelo com os materiais mais adequados, os tipos de acabamento e os recursos disponíveis.

O emprego dos materiais adequados é de suma importância para a reprodução realista do espaço. Os materiais, por si só, apresentam informações perceptíveis

através do tato que podem auxiliar o usuário na compreensão do ambiente.

Existe certo número de propriedades que dificilmente se pode perceber através de outro sistema que não seja tátil, como é o caso da temperatura, a percepção da espessura, a detecção de vibrações, o peso e a dureza dos objetos, conforme Klatzky e Lederman (1987). Eles também concluíram que a textura e a dureza são atributos mais bem detectados pelo sentido tátil do que pelo visual.

Quando a seleção desses materiais é feita da maneira correta, a imagem construída através da percepção tátil se aproxima da realidade, de forma a superar a barreira da comunicação entre a maquete e seus usuários. De acordo com Consalez (2001) o resultado da utilização de materiais que ofereçam de modo analógico ou sintético a realidade é a construção de uma imagem que está diretamente voltada para a própria.

Na medida em que o usuário se aproxima do artefato e que sua dimensão se torna cada vez menor, mais íntimo se torna o contato de nosso corpo com os materiais. É nessa fronteira externa dos produtos que reside a superfície do material e onde muitas relações sensoriais acontecem, em especial a visual e a tátil, Dias (2009). Manzini (1993) destaca a importância da superfície como meio da comunicação entre o produto e o usuário - "as superfícies são o local onde se dá esta transmissão de informações" (p. 204). Desde os primeiros objetos do paleolítico feitos e utilizados pelo homem, que a sua superfície "falava", por meio de seus sinais, a sua realidade, seu caráter, suas referências culturais e sua história.

O Quadro 2 relaciona os materiais simulados na construção de maquetes, o material real da edificação, bem como os aspectos sensoriais relacionados aos materiais reais.

Outros aspectos devem ser considerados na seleção dos materiais relacionados à usabilidade, ergonomia, higiene, segurança e conforto. Do ponto de vista sensorial, os materiais devem ser agradáveis ao toque, não ser agressivos, cortantes,

Para o projeto de mapas e maquetes é recomendável avaliar a seleção dos materiais e das técnicas de produção

de maneira conjunta, inclusive com os demais diretrizes já mencionadas anteriormente.

Material real	Material simulado	Aspectos sensoriais táteis
Água / Espelho d'água	Resina, aço inox, água, gel, silicone, sílica gel, espelho	Transparente, levemente frio, fluido, brilhante, reflexível, espelhado, molhado
Areia	Lixa fina, areia fina compactada/resinada,	Texturizado, áspero, frio, brilhante/fosco, poroso, fino/grosso
Asfalto	Lixa fina, resina texturizada, poliuretano de média densidade	Áspero, duro, rígido, fosco, antiderrapante, poroso, grosso
Cerâmica de revestimento	Resina frisada, acrílico, chapas de poliestireno/polietileno, chapa metálica	Texturizado, áspero/liso, frio, poroso, fino
Concreto aparente	Resina texturizada, MDF com pintura texturizada, poliuretano de média densidade	Áspero, duro, rígido, maciço, denso, compacto, levemente frio, poroso, grosso, antiderrapante
Elementos arquitetônicos decorativos	Resina, chapa de metal e de polímeros com corte a laser	Áspero, maciço, levemente frio, compacto, fosco, fino
Gramado	EVA, carpete vinílico, veludo molhado, pó de serra tingido, pó de resina, poliuretano de média densidade	Texturizado, áspero, quente, alto-relevo/baixo-relevo
Granitos e Mármore	Corian, MDF laminado, película de vinil texturizada, vidro laqueado, PVC, chapas de polietileno/poliestireno	Frio, áspero/liso, rígido, duro, fosco/brilhante, maciço, compacto, poroso ou denso (polido), grosso, derrapante/antiderrapante
Madeira (revestimento, piso, estruturas)	Laminados de madeira, MDF, MDP, OSB, compensados de madeira	Texturizado, áspero, duro, temperatura ambiente, grosso
Metal	Aço inox, alumínio, perfis metálicos, corian, película de vinil metalizada, papel chumbo como revestimento	Liso/texturizado, frio, fosco/brilhante, rígido, duro, espelhado, reflexível, fino, derrapante/antiderrapante
Parede	Resina, MDF revestido, MDF pintado, compensado flexível,	Áspero, texturizado/liso, duro, rígido, maciço, denso, compacto, levemente fria, grosso
Pedra	Resina texturizada, pedras natural em menor proporção, lixa fina, cascalho	Áspero, duro, rígido, levemente frio, fosco/brilhante, poroso/denso, alto-relevo, grosso, derrapante/antiderrapante
Piso	Resina, MDF revestido, MDF pintado,	Liso/áspero, frio/quente, fosco/brilhante, duro, poroso ou denso, grosso, derrapante/antiderrapante
Tapete	Tecidos, carpete, veludo	Texturizado, macio, quente, brilhante/fosco, alto-relevo/baixo-relevo, fino/grosso, antiderrapante
Telhado tradicional	Resina, chapa de metal texturizada, papel chumbo como revestimento, papelão ondulado resinado	Texturizado, liso/áspero, rígido, levemente frio/quente, fosco, granulado, fino
Tijolo	Resina frisada, MDF revestido, MDF pintado, compensado, chapas de poliestireno/ polietileno, cerâmica frisada	Duro, compacto, texturizado, rígido, áspero, levemente frio, maciço, pouco poroso, grosso
Vegetação	Miniaturas em polímeros, gravetos	Texturizado, áspero, quente,
Vidro e pele de vidro	Acrílico, acetato, policarbonato, vidro de menor espessura, corian, películas autoadesiva espelhada (insulfilme)	Liso/granulado, translúcido/transparente, brilhante, levemente frio, espelhado, reflexível, fino, derrapante

Quadro 2 - Material real X material simulado X aspectos sensoriais táteis.

São diversas as técnicas utilizadas que vão das mais simplificadas, como a manual, a técnicas sofisticadas de prototipagem rápida. No Quadro 3 são apresentadas as

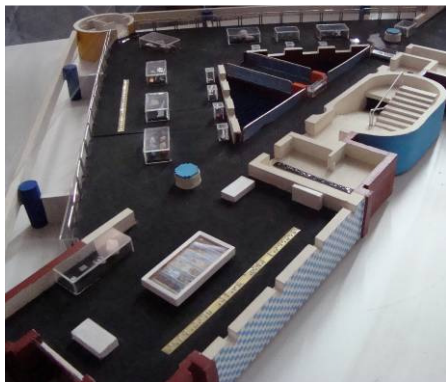
possibilidades de técnicas atuais, de modo que o profissional possa selecionar a mais adequada para cada projeto específico. É possível também adotar como

solução mistura de duas ou mais técnicas distintas na produção de um só modelo.

As técnicas 1 e 2 do Quadro 3 são especialmente apropriadas para a produção de mapas e cartografias táteis, com de baixa precisão aos detalhes finos, apropriadas para a produção de material didático para o ensino da geografia. Essas duas técnicas são inadequadas para a produção de mapas táteis para locais públicos, como bancos, correios, instituições de ensino, por exemplo. Para esses casos, sugerem-se as técnicas 3, 4 e 5, dependendo dos atributos técnicos requeridos pelos materiais.

Quando se trata da produção de maquetes táteis, as possibilidades técnicas estão entre a 3 e 9, e como já comentado, é possível também a combinação de técnicas para se obter resultados diversos. A mais simplificada é a técnica manual (3) que consiste da produção de maquetes para locais internos e protegidos contra agentes

ambientais. Apesar do baixo custo, a durabilidade do modelo é baixa. Outra desvantagem é a manutenção precária, especialmente porque o tateamento das peças pelos usuários cegos acarreta no desgaste rápido do material, especialmente daqueles mais frágeis e absorventes. A Figura 3 (a) ilustra a maquete tátil do antigo Museu de Mineralogia localizado no edifício Rainha da Sucata situado no Complexo da Praça da Liberdade, em Belo Horizonte produzida manualmente com o emprego de papéis, papelão, isopor e acrílico. A técnica de corte a laser geralmente resulta em um bom acabamento superficial das peças e requer o emprego de materiais menos porosos como chapas de polímeros, madeira e metais. A Figura 3 (b) mostra parte da maquete no Vaticano em Roma, produzida toda em madeira e materiais naturais.



(a)



(b)

Figura 3 - Técnicas de produção de maquete tátil: (a) técnica manual com uso de materiais frágeis ao tato frequente; (b) maquete do Vaticano em Roma, Itália, produzida de madeira natural.

Técnica	Descrição	Materiais empregados	Restrições
1. Textura em papel microcapsulado	O papel contém microcápsulas de álcool que, quando expostas ao calor, agem sobre a tinta formando textura.	Papel microcapsulado: Zytext, Flexipaper, Piaf	Pouca definição de detalhes finos e texturas, mas é possível gravar em Braille. Utilização em mapas e cartografias táteis. Custo baixo.
2. Texturas termomoldadas (<i>vacuumforming</i>)	Coloca-se matriz do mapa na máquina Termocop que aquece a folha de acetato e, molda as texturas e os relevos do mapa.	Folhas de acetato	Pouca definição de detalhes finos e texturas, mas é possível gravar em Braille. Utilização em mapas e cartografias táteis. Custo baixo.

3. Corte manual (subtração)	As placas são cortadas em camadas, sobrepostas e coladas.	Placas de acrílico, poliestireno, madeira, espuma de alta densidade e papelão rígido	Pouca ou nenhuma definição de detalhes finos e texturas. Não é possível gravar em Braille e fazer altos-relevos. Custo baixo.
4. Corte a laser (subtração)	As placas são cortadas em camadas, sobrepostas e coladas.	Placas de acrílico, poliestireno, madeira, espuma de alta densidade e papelão rígido	Pouca ou nenhuma definição de detalhes finos e texturas. Não é possível gravar em Braille e fazer altos-relevos. Custo médio.
5. Fresa (subtração)	Uma chapa ou um bloco é esculpido (usinado) por meio de um braço mecânico.	Blocos de madeira, MDF, espuma PU de alta densidade, gesso e outros materiais sintéticos. Metais.	Dificuldade para definição de detalhes finos e texturas. Não é possível gravar em Braille e fazer sulcos negativos. Custo médio.
6. Deposição de líquido (adição)	Utiliza resina líquida fotocurável depositada em uma cuba ou em gotas. O laser se movimenta sinterizando a peça. Na impressão não se utiliza laser.	Estereolitografia: resina à base de acrilatos e epóxi. Impressão jato de tinta: gotas de resina + cera	Alta resolução para detalhes finos e texturas em alto e baixo-relevo. Estereolitografia: custo alto. Impressão jato de tinta: custo médio e baixo.
7. Deposição de sólido (adição)	O material na forma sólida é liquefeito para ser depositado. Em alguns casos não se utiliza laser.	Material polimérico sólido (ABS, poliéster, PC), cera, papel, adesivos, na forma de folhas e bobinas	Boa e média resolução para detalhes finos e texturas em alto e baixo-relevo. Custo de alto, médio ou baixo dependendo do equipamento.
8. Deposição de pó (adição)	O material em forma de pó é depositado para ser sinterizado por raio laser ou similar pelo processo de varredura. Em alguns casos não se utiliza laser.	Material polimérico em pó (diversos), elastômeros, metais em pó, cerâmica.	Boa e média resolução para detalhes finos e texturas em alto e baixo-relevo. Custo de médio ou baixo dependendo do equipamento.
9. Fundição (adição)	Um modelo positivo serve para a confecção de um molde que dará forma às peças fundidas.	O modelo inicial pode ser em resina ou gesso. O molde em material resistente para a fundição de bronze e ligas metálicas.	Média resolução para detalhes finos e texturas em alto e baixo-relevo. Alta durabilidade. Custo médio.

Quadro 3 - Principais técnicas de produção de mapas e maquetes. Adaptado de Milan (2008, p. 8); Volpato (2007, p. 56) e LABTAT

As técnicas de prototipagem rápida (6, 7 e 8) reúnem as tecnologias mais sofisticadas, e que resultam no maior grau de definição e detalhamento dos modelos. Contudo, a escolha destas técnicas requer cuidados em sua escolha no que se refere ao uso, manipulação e manutenção das maquetes. Os materiais poliméricos frequentemente utilizados não possuem boa resistência à exposição ao calor, radiações UV e intempéries leves como o vento e

umidade, mesmo em locais cobertos e protegidos. Ou seja, necessário prever o desgaste do material em razão do manuseio e pela ação dos agentes ambientais.

A Figura 4 (a) mostra o desgaste do material polimérico de uma maquete, evidenciando o ressecamento do material, o acúmulo de sujeira e o aspecto manchado do bolor causado pela umidade no local.

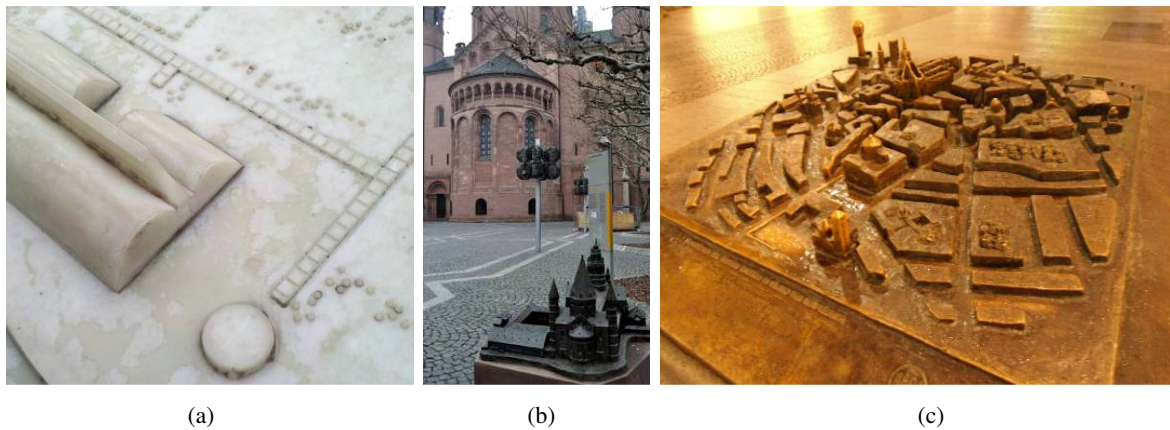


Figura 4 - (a) detalhes do estado de conservação de uma maquete tátil em material polimérico e exposta a intempéries; (b) maquete tátil fundida em bronze posicionada na área externa e frontal ao monumento; e (c) maquete da Piazza del Duomo na cidade de Milão, Itália, de liga metálica fundida.

Por último as maquetes podem ser produzidas por metais fundidos (9), como o bronze, ligas de bronze com cobre, latão, zamak e alumínio, exemplificadas nas Figuras 3 (b e c). A vantagem maior está na resistência mecânica, na durabilidade, na possibilidade de estar ao ar livre e resistir ao vandalismo. As desvantagens é que os metais sofrem processos químicos (oxidação) e eletroquímicos (corrosão), fatores que deterioram as maquetes, mas podem ser abreviados com a limpeza e manutenção frequentes. Os aspectos sensoriais dos materiais, como os descritos no Quadro 2, perdem efeito com os metais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do design universal está se tornando, cada vez mais, uma prioridade e mesmo, obrigatoriedade para certos espaços, especialmente os públicos. De um lado os profissionais do design gráfico, tradicionalmente, têm atuado em soluções de comunicação e sinalização dos espaços em geral com ênfase nos aspectos visuais. Os profissionais do design de ambientes atuam na solução de problemas oriundos das relações entre homem e espaço em residências, escritórios, instituições, empresas, espaços comerciais e industriais. Contudo, em ambos os casos, atuar na busca de soluções da comunicação e sinalização tátil e sonora não tem sido uma ênfase adotada pela maior parte dos designers.

De acordo com o Censo realizado em 2000, o número de habitantes com deficiência corresponde a 24,5 milhões, o

que representa 14,5% de nossa população. Estas pessoas enfrentam diariamente diferentes tipos de problemas ou restrições para realizar suas atividades, sejam restrições motoras, sensoriais, cognitivas e de comunicação. Nesse sentido, é preponderante o atendimento aos aspectos da acessibilidade, que visa proporcionar à maior quantidade possível de pessoas a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos. Para tanto, a atuação dos estudantes e profissionais do design na comunicação tátil e sonora passa a ser oportunizada por uma demanda relevante da população brasileira.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050**: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamento urbano. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ANDRADE, Mateus Gomes de et al. Design de uma nova linha de pisos táteis: um projeto interdisciplinar para acessibilidade. In: **Anais... IV Congresso internacional de pesquisa em design**. Rio de Janeiro, out, 2007.
- BERNARDI, N. **A aplicação do conceito do desenho universal no ensino de arquitetura: o uso de mapa tátil como leitura de projeto**. Tese (Doutorado) Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, FEC/UNICAMP, 2007.
- BINS ELY, V. H. M.; DISCHINGER, M.; MATTOS, M. L. Acessibilidade e orientabilidade no Terminal Rita Maria, Florianópolis/SC. In: **Anais... NUTAU 2004 – Demandas sociais, inovações tecnológicas e a cidade**,

Seminário Internacional, São Paulo, 11 a 15 out 2004.
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2004.

CONSALEZ, Lorenzo. **Maquetes: a representação do espaço no projeto arquitetônico**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

DESTEFANI, Andrea; BERNARDI, Núbia; D'ABREU, João Vilhete Viegas. **Verificação da usabilidade de instrumento de leitura tátil e sonoro representativo de espaço arquitetônico** da Biblioteca Central Cesar Lattes da UNICAMP (Relatório de projeto). Campinas, 2009.

DIAS, Regina. A. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatius**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, PPGEGC, Florianópolis, 2009.

DISCHINGER, Maria do Carmo. Metodologia de análise da percepção tátil em diferentes classes de materiais e texturas para aplicação no design de produtos. 165 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Design, Porto Alegre, 2009.

DISCHINGER, Marta et al. Orientar-se em campi universitários no Brasil: condição essencial para a inclusão. In: **Revista Ponto de Vista**, Florianópolis, n. 10, p. 39-64, 2008.

KLATZKY, R. L., LEDERMAN, S. J. The intelligent hand. In G. H. Bower (ed.). **The psychology of learning and motivation** (Vol. 21). San Diego: Academic Press, 1987.

LABTATE - Laboratório de cartografia tátil e escolar. Florianópolis. Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.labtate.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

MANZINI, Ezio. **A matéria da invenção**. Tradução de Pedro Afonso Dias. Lisboa: Centro Português de Design, 1993.

MILAN, Luis Fernando. Maquetes táteis: infográficos tridimensionais para a orientação espacial de deficientes visuais. In: **PARC – Pesquisa em arquitetura e construção**, São Paulo, v. 1, n. 2, 2008, pp. 1-30. Disponível em: <www.fec.unicamp.br/~parc/vol1/n2/vol1-n2-milan.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.

MOTTIN, Artur C. et al. Acessibilidade para todos: maquete tátil do Congresso Nacional – um estudo de caso. In: **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba: Editora UTFPR, n. 9, 2009.

ONCE - Organización de los Ciegos Espanholes. <http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/discapacidad-visual-aspectos-generales>.

VENTORINI, Silvia Elena. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual**. 151 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2007.

VOLPATO, Neri (org). **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Blucher. 2007.