



Reflexões acerca das técnicas de construção de imagens táteis encontradas em museus e possíveis caminhos

Reflections on the techniques of tactile image construction found in museums and possible paths

Elizabeth Romani, Juliana Harrison Henno, Clíce de Toledo Sanjar Mazzilli

imagem tátil, inclusão, museu, fabricação digital

Desde que o Braille foi estabelecido como um sistema de escrita de comprovada eficiência, a informação imagética para pessoas com deficiência visual ainda passa por constantes transformações e incertezas. Não existe uma forma universal de se representar a imagem tátil, até porque, para cada forma de representação pode-se pensar em diferentes materiais e técnicas a esta associados. Este artigo tomou como referência uma pesquisa de campo realizada em museus na cidade de São Paulo e no exterior de modo a avaliar como cada instituição tornou seu acervo imagético acessível ao não vidente. Neste contexto, partindo-se da assertiva de que a representação da imagem tátil é um importante canal de informação para o cego, justifica-se um levantamento sobre os atuais métodos adotados na produção de imagens táteis de modo a se refletir sobre possíveis alternativas e processos que contribuam com a ampliação deste repertório de imagem. Este artigo pretende ainda refletir sobre possíveis avanços na representação da imagem migrando de uma técnica predominantemente artesanal para uma de cunho digital que possibilitaria uma ampliação do acervo tátil nos museus.

tactile image, integration, museum, digital fabrication

Since Braille was established as a writing system of proven efficiency, the visual information for blind or visually impaired people is still undergoing constant change and uncertainty. There is no common universal way to represent the tactile image, since for each form of representation one can think of different materials and techniques associated to it. This article took as a reference a field survey carried out at museums in the city of São Paulo and abroad in order to assess how each institution made its image collection accessible to the blind or visually impaired people. In this context, starting from the assertion that the representation of the tactile image is an important information channel for the blind, a survey on the current methods used in the production of tactile images in order to reflect on possible alternatives and processes that contribute to the expansion of this image repertoire is justified. This article intends to reflect on possible advances in the image representation migrating from a predominantly artisanal to a digital technique that would enable an expansion of the tactile collection in museums.

1 Introdução

Há quase dois séculos o sistema de escrita em Braille foi estabelecido e consagrado mundialmente, e a pessoa com deficiência visual tem acesso a um acervo teórico cada vez mais amplo, que vem sendo transcrito por conhecedores deste código e produzido em relevo, em

diferentes suportes. Esse acesso é, primordialmente, medido em termos de literatura e, nos dias atuais, cada vez mais adotado em embalagens e em diversos meios de comunicação, sempre obedecendo à regulamentação¹. Quando se trata da imagem, esta se apresenta de forma não consolidada e se desenvolve tardiamente quando comparada ao texto. A iniciativa de vincular a imagem à narrativa do texto e/ou, simplesmente, adotá-la como uma informação isolada e independente surgiu da necessidade educacional do não vidente. Este artigo pretende explorar a classe de imagens que é utilizada no ambiente do museu de arte, ampliando a percepção do visitante com deficiência visual bem como sua inserção cultural. Os museus têm a responsabilidade no processo de inclusão sociocultural, que vai além da transposição das barreiras físicas e arquitetônicas, de permitir o acesso à informação e ao acervo. Segundo Tojal (2010), existem dois tipos de acessibilidade em museus: física e sensorial. A acessibilidade física trata de aspectos como os de barreira de circulação e equipamento, além do cuidado na iluminação dos espaços expositivos. A acessibilidade sensorial diz respeito aos aspectos comunicacionais, escrita, visual e audiovisual defendendo que todas as experiências multissensoriais possam ser aproveitadas por todos os visitantes.

A Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009, que “institui o Estatuto de Museus e dá outras providências”, considera como um dos princípios fundamentais dos museus “a universalidade do acesso, o respeito e a valorização à diversidade cultural” (inciso V do artigo 2º). É à luz desse e dos outros cinco princípios constantes no artigo citado que o Estatuto de Museus deve ser compreendido e aplicado.

[...]Art. 35. Os museus caracterizar-se-ão pela acessibilidade universal dos diferentes públicos, na forma da legislação vigente;

[...]Art. 42. Os museus facilitarão o acesso à imagem e à reprodução de seus bens culturais e documentos conforme os procedimentos estabelecidos na legislação vigente e nos regimentos internos de cada museu. (COHEN; DUARTE; BRASILEIRO, 2012).

Devido a sua finalidade comunicacional, a imagem acessível apresenta-se de diferentes formas no ambiente museográfico de modo a atingir eficazmente todos os visitantes. A imagem abordada neste artigo corresponde à obra gerada a partir de quadros bidimensionais e à maquete física de edificações arquitetônicas. As esculturas não foram aqui consideradas devido ao fato que os museus, hoje em dia, permitem a apreciação tátil dos originais pelos cegos². Optou-se por uma abordagem a partir da técnica aplicada para viabilizar a imagem tátil, não tendo como enfoque do estudo a percepção tátil do usuário, necessitando-se, para isso, um estudo aprofundado junto com uma equipe multidisciplinar, incluindo psicólogas e educadoras. Debruçar-se sobre a técnica permitirá traçar paralelos entre as iniciativas encontradas e os possíveis caminhos oferecidos pelas novas tecnologias.

2 Pesquisa de campo acerca dos acervos de imagem tátil em museus

Iniciativas de tornar uma obra de arte acessível para um visitante com deficiência visual são cada vez mais presentes em instituições museológicas. Este cenário torna-se mais visível quanto maior o porte do museu e a verba destinada ao setor Educativo. As transcrições táteis do acervo dos museus consultados são, predominantemente, fruto de um trabalho artesanal por uma mão-de-obra habilidosa, o que torna cada imagem uma obra única, demandando um tempo de produção grande e, conseqüentemente, de elevado custo. O caráter artesanal inviabiliza significativamente a ampliação do acervo de obras táteis no espaço do museu de arte. Exceto os

¹ A regulamentação da escrita Braille para o português é regida pela CBB (Comissão Brasileira do Braille) e pelo MEC (Ministério da Educação). A lei de n.4.169 de dezembro de 1962 oficializou as convenções Braille para uso na escrita e leitura dos cegos, além de um código de abreviaturas.

² A Galeria Tátil da Pinacoteca é um exemplo de iniciativa em que é consentido ao visitante com deficiência a fruição da obra por meio da exploração tátil de esculturas selecionadas.

casos em que a proposta do museu é específica para atender ao visitante com deficiência visual, os museus tradicionais selecionam uma pequena parcela de obras de seu acervo para serem reproduzidas em versão tátil. Não existe um consenso na seleção destas obras, mas utiliza-se, como guia, pelo menos um dos seguintes fatores: custo, dimensão da obra, importância da obra no contexto do acervo e viabilidade técnica.

Para entender este cenário, utilizou-se a pesquisa de campo como método de coleta de informação, com o objetivo de constatar como esta questão era abordada em alguns museus selecionados. Em um panorama geral, o acervo tátil é tratado como um objeto de proteção nos museus, seja pela quantidade escassa ou pela fragilidade do material. Desta forma, uma obra que deveria permitir a leitura tátil para todos os visitantes, apresenta-se como uma peça restrita aos cegos. Apesar da diversidade de projetos desenvolvidos nos museus brasileiros e no exterior, selecionaram-se para este levantamento os museus paulistanos: Museu de Arte Sacra do Estado de São Paulo, Pinacoteca do Estado de São Paulo e Museu Paulista, e no âmbito internacional: Museo Tattile Anteros (Bologna), Museo Tifológico da ONCE (Madri) e Museo Tattile di Varese (Varese). A escolha dos museus acima citados justifica-se pelas propostas e pelas diferentes técnicas apresentadas em suas obras táteis, o que não necessariamente reflete sua importância no cenário de acessibilidade em museus.

A visita ao Museu de Arte Sacra teve como objetivo conhecer os materiais acessíveis propostos pelo setor Educativo para os visitantes com deficiência visual. Este museu possui uma verba restrita, o que acaba por refletir nas soluções para os materiais táteis disponíveis. Estes são de duas naturezas: produzidos no local com predomínio do uso de E.V.A., e modelos tridimensionais esculpidos em madeira e modelados em argila por artesãos. A proposta do Educativo não se trata da reprodução total de uma obra, o trabalho está centrado no desmembrar das partes representadas, de forma que o reconhecimento dos elementos de composição facilite a leitura tátil. A diversidade do acervo do museu também permite que se explore o reconhecimento do material original da obra, como exemplo: a madeira, a pedra, o metal e o barro. Estas imagens táteis, assim como acontece em muitos museus paulistanos, ficam guardadas e seu uso é conforme a demanda da visita.

A Pinacoteca é um importante museu paulistano e, por isso, o programa de acessibilidade, PECE (Programa Educativo para Públicos Especiais), nele implantado é um dos mais antigos entre os museus brasileiros. Apesar de ser um programa há muito tempo estabelecido no museu, apenas uma pequena parte do seu vasto acervo é tátil. As salas que contêm os materiais multissensoriais são as do acervo permanente e os mesmos ficam armazenados e trancados em carrinhos com rodízios, como uma forma de possibilitar a mobilidade de uso e a sua conservação. Os modelos táteis presentes neste museu foram transcritos a partir da seleção das obras mais representativas de cada ambiente expositivo. Predominam como produtos acessíveis no museu: modelos tridimensionais de quadros, pranchas de resina em relevo e pranchas de composição em E.V.A.. Quando possível, são trabalhados os cheiros nas obras, de forma que o Educativo desperte a memória afetiva dos visitantes. Muitas vezes, o aroma está inserido num objeto real ou na maquete. Elementos isolados são instrumentos recorrentes no Educativo.

Após desenvolver algumas ações pontuais propostas pelo Educativo do Museu Paulista, em meados de 2007, os espaços expositivos que retratam a sociedade paulistana ganharam reproduções táteis de quadros do pintor Benedito Calixto em resina. Além das pranchas em relevo e dos objetos associados, estas salas contam com estímulos olfativos, como essências de café e orégano, fazendo alusão aos cheiros das ruas comerciais. Todos os elementos associados são utilizados para criar uma atmosfera estimulante para que o visitante possa imaginar a época retratada. O Educativo salienta que a postura atual do museu é permitir a maior igualdade para todos os usuários. Assim, todas as ações são norteadas no sentido de contemplar um amplo número de visitantes abrangendo aqueles com deficiência. E defende, ainda, a existência de um repertório tátil com a mediação do Educativo para a construção do conhecimento pleno.

Ao contrário da pequena fração do acervo tátil disponível nos museus paulistanos, os museus no exterior, listados a seguir, apresentam uma proposta museológica mais abrangente. Os museus exemplificarão propostas em que todo o acervo é pensado para a apreciação tátil. Estes espaços apresentam-se como iniciativas privadas e sobrevivem independente de repasses de verbas governamentais, mantendo-se por meio do ingresso de visitantes, oficinas oferecidas em outras instituições e consultoria técnica.

O Museo Tattile Anteros, localizado na cidade de Bologna (Itália), apresenta uma proposta de reproduções de renomados quadros em relevo associados a uma metodologia educacional para cegos desenvolvidas no instituto. O museu é constituído por uma única sala onde ficam expostas as reproduções em gesso branco, dispostas lado a lado. A proposta deste espaço é que o visitante aprenda sobre todo o contexto histórico e pictórico de cada obra, posicionando o fruidor diante da imagem tátil. Se por um lado a educação artística é primorosa, por outro lado, o museu só funciona com a presença individual de uma arte-educadora, limitando o seu número de visitantes.

O Museo Tifológico da ONCE (Organización Nacional Ciegos Espanholes), localizado em Madri (Espanha) é uma importante referência no estudo da pessoa com deficiência visual, considerado como a primeira iniciativa de apresentar ícones arquitetônicos espanhóis e internacionais de leitura tátil. O museu foi idealizado para receber cegos e pessoas com baixa visão, desde o acervo ao espaço expositivo, projetado para o caminhar autônomo do visitante. O acervo é constituído em sua maioria por maquetes de edificações produzidas em madeira, ferro e resina por maquetistas profissionais. As representações expostas apresentam uma riqueza de detalhes, que em alguns momentos são ampliados para permitir o reconhecimento dos elementos retratados. Algumas esculturas realizadas por artistas cegos são expostas num final do percurso expositivo, enaltecendo as potencialidades do artista com deficiência visual.

O Museo Tattile di Varese situa-se numa pequena cidade ao norte da Itália em que, devido à sua localização, o número de visitantes não chega a ser tão expressivo como os demais exemplos citados. Segundo dados fornecidos pelo museu, o número de visitantes anuais chega a apenas três mil. A visita foi conduzida por uma das sócias do museu que relatou as motivações da criação do espaço bem como sobre o seu funcionamento. Trata-se de uma iniciativa recente, que propõe o ensino da arquitetura por meio da leitura tátil, utilizando para isso maquetes. Diferente dos demais museus, todo o seu acervo é constituído de madeira, sustentando que a técnica aplicada fornece uma melhor clareza de informação, principalmente, na reprodução de detalhes. As maquetes expostas apresentam alguns ícones, topografias de relevos e estilos arquitetônicos. O museu propõe que todos visitem os espaços com os olhos vendados, acreditando que sem a interferência visual, a leitura tátil seja melhor explorada. Além das visitas guiadas, o espaço oferece oficinas em forma de laboratório, trabalhando sempre a questão da narrativa tátil e da arquitetura.

Nota-se que, em todos os ambientes visitados, existe uma preocupação em disponibilizar uma parcela do acervo visual em um formato acessível ao visitante cego. Esta parcela de obras táteis ainda é muito reduzida quando comparada ao rico acervo dos museus. Ao contrário do Museo Tattile Ancona, do Museo Tifológico e do Museo Tattile di Varese, em que todo o acervo foi pensado para atender ao público especial, a obra tátil ainda se mostra incipiente nos museus paulistanos aqui apresentados. A ausência de novas imagens táteis desestimula o visitante cego a realizar visitas constantes ao museu e, desta forma, impossibilitam sua inclusão cultural. De modo a reverter este quadro, faz-se necessário compreender como estas técnicas podem ser desenvolvidas ou adaptadas, sem com isso perder a característica da obra tátil e tornando-as mais acessíveis.

Recorte de E.V.A.

O E.V.A. (Etil Vinil Acetato) é um material emborrachado, que pode ser encontrado facilmente no mercado em diferentes gramaturas, texturas e formatos. Por ser um material popular, está

associado a uma produção de baixo custo. É sinônimo de versatilidade para a área de arte educação, por suas características técnicas e sua facilidade de corte. Em visitas aos museus, observou-se a aplicação do E.V.A. em duas situações predominantes: na composição tátil visual sobre um suporte de P.V.C. (Polietileno) e na composição volumétrica. As pranchas rígidas com as composições de E.V.A. são formadas de recortes que se separam para a fluidez do leitor cego, semelhante a camadas de informações associadas. O Educativo da Pinacoteca defende que o primeiro contato com uma obra de arte em camadas facilita a construção imagética para o não vidente. Acreditam, ainda, que os elementos destacados das pranchas permitem que o usuário traga o recorte para perto de si, usando o corpo para entender a dimensão e proporção da imagem representada. A construção do conhecimento se pauta na identificação da figura e fundo, com maior contraste possível, por meio de texturas e cores, como preto e amarelo, contraste este que facilita a leitura do visitante com baixa visão. No caso do Museu de Arte Sacra, o uso do E.V.A. está associado ao baixo custo do material. Além das pranchas de composição tátil visual, encontram-se modelos tridimensionais montados em E.V.A. e recortados manualmente com o auxílio de um estilete. Esta é uma solução econômica para a criação de uma peça artesanal, porém o material não garante a durabilidade das peças devido à manipulação constante dos usuários.

Figura 1: Da esquerda para a direita: prancha do acervo da Pinacoteca; prancha e modelo do Museu de Arte Sacra.



Prancha em relevo

O relevo é um processo técnico que permite transformar uma imagem visual bidimensional em tátil. Apesar de possuir alguns pontos desfavoráveis, é a proposta mais recorrente nos museus. A produção da prancha em relevo dispense um grande tempo porque sua manufatura requer uma matriz, que pode ser executada em argila, madeira ou plastilina. Apesar das diferenças de materiais, em todos os casos o trabalho é artesanal, demandando tempo e técnica do artista. A imagem é esculpida na matriz (positivo), para gerar um molde de silicone (negativo), e assim produzir a prancha em resina ou em gesso. Neste processo, o molde de silicone é utilizado apenas para uma única obra e descartado na sequência. A obra pronta então passa por um acabamento final para remover eventuais arestas que possam machucar os dedos, oferecendo uma superfície lisa ao toque. O acabamento pode variar do tradicional verniz à aplicação de pó de mármore na superfície, dependendo da finalidade e do material utilizado na reprodução. O uso da resina apresenta um aspecto positivo que dentre todas as técnicas para reprodução de imagens táteis é a que apresenta menor necessidade de manutenção. Esta pode ser uma das razões do o porquê muitos museus adotaram a resina como material para acessibilizar parte do seu acervo. Entretanto, a prancha tátil possui alguns limitantes: tempo de produção e alto grau de dificuldade de leitura para o cego, sendo a mediação adequada fundamental para identificar parte dos elementos representados. As peças realizadas em resina não costumam guardar uma escala similar com a obra original, mantendo uma proporção padrão entre as demais obras táteis no formato A3. Esta dimensão é justificada pelo conforto de leitura do usuário e não por ser um fator limitante da técnica.

Figura 2: Processo de produção da prancha em resina: molde em plastilina; molde em silicone e prancha em resina.



A prancha em gesso apresenta um processo semelhante ao da resina, necessitando de matriz para a reprodução final. Ambas são processos manuais dependentes de um artista para a produção da matriz em argila. O gesso apresenta característica térmica diferente da resina, o que acaba fornecendo um toque mais prazeroso. O Museo Tattile Anteros apresenta todo seu acervo em gesso branco polido porque sua proposta museológica é diferente dos demais museus, sendo que a leitura tátil de uma única obra pode durar mais de 1 hora, desta forma o conforto do material é fundamental para o fruidor. Porém, o acervo em gesso passa sempre por uma limpeza periódica, de forma que as peças não escureçam com a manipulação do usuário. Este esquema de funcionamento só foi possível porque o museu é fechado e seu acesso é controlado por agendamento, limitando o número de visitantes.

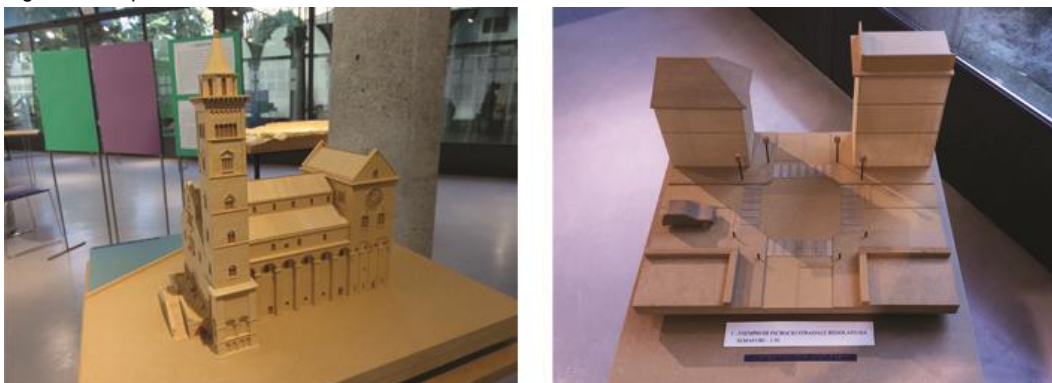
Figura 3: Processo de produção da prancha em gesso do Museo Tattile Anteros: matriz em argila, molde em silicone e prancha em gesso.



Maquetes e mapas táteis

No levantamento da imagem tátil por meio de maquete física nos museus acima descritos, existe uma predominância na representação arquitetônica. Todos os museus possuem pelo menos uma maquete do edifício que o abriga, mas nem todas são executadas com materiais ou técnicas que resistam ao elevado número de visitantes, isso explica o porquê das mais frágeis terem o seu acesso restrito. Os mapas táteis, que representam a planta do museu, são menos utilizados pelo Educativo, mas, quando em conjunto com a maquete do edifício, permitem o visitante cego compreender a circulação de maneira mais eficiente. A maquete em madeira é um dos caminhos para a reprodução de edificações e relevos e fornece uma temperatura agradável ao toque. O Museo Tattile di Varese possui todo seu acervo em madeira, pois este material oferece melhor clareza durante o processo de leitura tátil. A madeira inviabiliza os detalhes rebuscados, que são representados de forma simplificada ou com ampliação em maior escala permitindo fluidez na leitura. Apesar da forma mais direta das informações, os detalhes em madeira apresentam fragilidades, não suportando manipulação intensa. Durante a visita no museu acima citado, notou-se que algumas maquetes estavam quebradas em seus pontos mais frágeis.

Figura 4: Maquetes em madeira desenvolvidas no Museo Tattile di Varese.



O uso do composto metálico na produção da maquete não é muito usual nos museus, esta técnica requer a produção de uma matriz que permite inúmeras duplicações. Por isso, este material é recorrente nas maquetes arquitetônicas em que se representa a realidade do metal ou reproduções de miniaturas. A construção do molde é fundamental para o resultado da maquete fornecendo uma maior riqueza de detalhes. Em virtude das propriedades químicas, é o material que mais resiste à manipulação, mas por outro lado desconfortável ao toque.

Figura 5: Maquetes em diferentes materiais do Museo Tiflogógico da ONCE: madeira; resina e metal.



Cada uma das técnicas acima apresentadas demanda um manuseio preciso para se alcançar a transcrição tátil da obra original. A partir deste levantamento, tornou-se evidente que o alto custo de mão-de-obra reflete na maneira como a mesma é manuseada e acondicionada nos espaços do museu, muitas vezes ficando escondida e apenas disponível para a visita monitorada. A fragilidade das peças, fruto de técnicas artesanais, acaba por inibir uma divulgação maior, pois desta forma evita-se a manutenção constante ou a reprodução de novas peças. É com base neste cenário, que a fabricação digital apresenta-se como alternativa viável para se alcançar resultados semelhantes às obras táteis hoje presentes nos museus, mas por um caminho simplificado, que não demanda um manuseio dispendioso e artesanal.

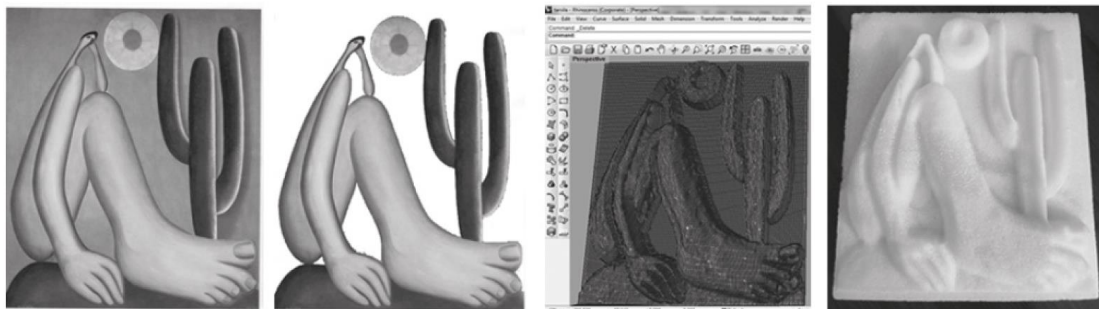
3 Técnica digitais na produção da imagem tátil

O uso da fabricação digital, inicialmente circunscrita às áreas de exatas, tem sido cada vez mais utilizada pela arquitetura e artes. Tal tecnologia contempla um conjunto de processos numericamente controlados pelo computador que permite a produção física de objetos precisos baseados em um arquivo digital combinando-se, para isso, diferentes técnicas e materiais. Tais técnicas de produção agrupam-se nas seguintes categorias: subtrativo, aditivo ou formativo. O sistema subtrativo faz uso da técnica do desbaste, que conforme Celani (2008, p.32), 'desbasta seletivamente [um bloco de material] por fresas que se movem automaticamente em diversas direções (tipicamente em três eixos)'. O sistema aditivo permite a sobreposição de camadas de um material obedecendo um controle numérico, até que se forme o objeto em três dimensões. O

modelo geométrico digital que forma a imagem é fatiado horizontalmente por um *software* e cada uma dessas fatias, cuja quantidade varia de acordo com a resolução pré-definida do objeto, será impressa e sobreposta recriando aquele objeto virtual no plano físico por meio de material sólido. O último sistema, o formativo, trabalha com a técnica de moldagem de grande escala aplicada na estrutura externa de um edifício. No contexto deste artigo, abordaremos apenas as duas primeiras formas de produção por serem compatíveis com as técnicas exploradas para se obter a reprodução tátil. Devido à precisão e a possibilidade de se trabalhar com diferentes tipos de materiais, a fabricação digital apresenta-se como uma proposta de viabilizar e ampliar o acesso da obra tátil em museus frente aos materiais já disponíveis nas instituições. Por englobar diferentes técnicas, espera-se que quem for manipular o arquivo digital tenha um conhecimento básico das interfaces digitais. Este trabalho pode tanto ser encomendado como também realizado pelo setor Educativo no caso do museu ter acesso aos equipamentos. A seguir serão apresentados dois experimentos que fizeram uso do sistema subtrativo e aditivo como forma de explorar novas técnicas de produção do modelo tátil.

Os pesquisadores Cardoso et. al (2011) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul propuseram uma maneira de se converter os dados de uma imagem bidimensional para um *software* 3D que simula um relevo tridimensional baseado no contraste da figura. Este relevo que se apresenta como uma malha geométrica é enviado para uma fresadora CNC, caracterizada pelo processo subtrativo de fabricação, em que uma fresa desbasta um bloco de material conforme as orientações do arquivo original. Os pesquisadores ainda sugerem que o material a ser desbastado pode, além de ser diretamente produzido na forma final, ser produzido na forma de matriz em borracha ou resina. A fresadora CNC desbasta, por meio de fresa, materiais como o MDF, o compensado de madeira, a espuma de poliuretano, entre outros. A possibilidade de se utilizar esta técnica para realizar matrizes ou modelos finais a partir de uma fresadora CNC permite que museus ampliem o seu acervo de obra tátil bastando para isso converter corretamente as imagens originais para o plano digital de modo a ser desbastada no material final. A versatilidade deste método é a possibilidade de se escolher diferentes materiais caso se opte pela produção de matriz ou contra forma.

Figura 6: Digitalização da imagem original até sua produção por meio do uso de uma fresadora CNC. Fonte: Cardoso et. al (2011)



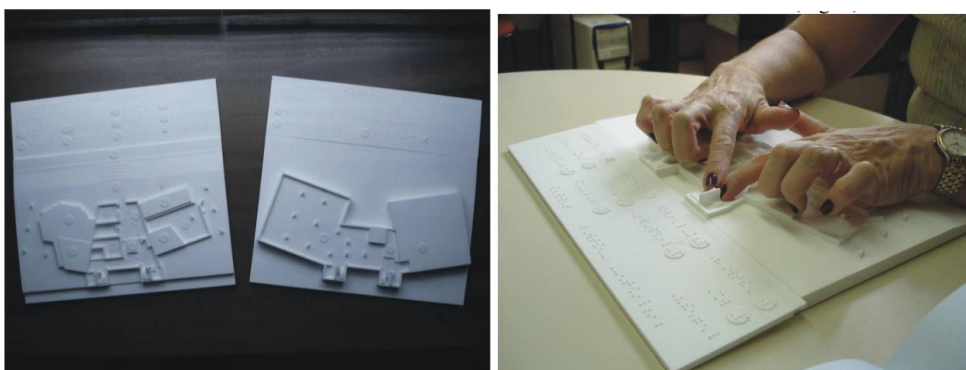
O método aditivo de fabricação, que produz o objeto final a partir da soma de diversas camadas, contempla as impressoras 3D por filamento termo plástico (FDM³), que são as máquinas mais simples de se operar, e, por conseguinte mais acessíveis no mercado hoje em dia. Os modelos podem ser impressos por impressão 3D, solidificados por sinterização seletiva a laser (SLS⁴) ou ter suas fatias cortadas e coladas umas sobre as outras na forma de lâminas (*laminated-object-manufacturing*). A iniciativa de se utilizar o método aditivo de produção para

³ FDM - *Fused Deposition Modeling* é um sistema em que o filamento termo plástico é derretido ao passar por um bico extrusor que imprime camada a camada do objeto em três dimensões.

⁴ SLS - *Selective Laser Sintering* é um sistema em que um feixe de laser incide sobre um material em pó (plásticos, metais, borrachas e ou cerâmicas), solidificando camadas sucessivas, uma sobre a outra, até se formar o objeto final.

comunicar uma transcrição visual para o cego foi descrita por Celani & Milan (2007). Neste projeto, dois tipos diferentes de mapas táteis para o edifício da Biblioteca Central da UNICAMP foram realizados utilizando a técnica da sinterização seletiva a laser e os resultados demonstraram que o modelo foi facilmente compreensível pelo visitante não vidente, facilitando o reconhecimento do espaço do edifício em questão. O experimento parte do desenho simplificado da planta do edifício, da inserção de instruções em Braille e da variação de altura de paredes e obstáculos. A técnica escolhida garantiu maior resolução e durabilidade ao modelo final que foi posteriormente apresentado a um público de pessoas cegas. A experiência mostrou-se positiva exigindo pequenos ajustes e adequações no modelo a serem subsequentemente realizados com base no comentário do grupo. Tal técnica demonstra que uma vez definido o modelo ou tendo-se em vista a imagem a ser transcrita para o plano físico é possível reproduzi-la, rapidamente, com extrema precisão. No entanto, é importante salientar que a variedade de materiais e texturas possíveis bem como seu custo dependem do equipamento utilizado.

Figura 7: Modelos impressos de mapas táteis por meio de estereolitografia. Fonte: Celani & Milan (2007).



Outra técnica encontrada na fabricação digital é o método de fabricação 2D ou corte numericamente controlado de áreas de duas dimensões que seria o caso das máquinas de corte a laser, corte de plasma ou corte por jato d'água. No caso dos modelos táteis construídos a partir da sobreposição de placas de E.V.A. sobre um suporte de P.V.C., a máquina de corte a laser poderia realizar o mesmo trabalho com precisão no acabamento, velocidade e permitiria a reprodução seriada da mesma peça. A vantagem desta técnica é ampliar a gama de materiais possíveis de se cortar no plano bidimensional explorando diferentes texturas e acabamento como: tecido, acrílico, MDF, papelão e outros materiais de reduzida gramatura.

A grande vantagem do uso das tecnologias de fabricação digital na confecção de modelos táteis pode ser considerada como a possibilidade de produção seriada de um mesmo modelo digital e a ampliação no número de museus que possuem este tipo de obra. Com a possibilidade de fácil duplicação, elimina-se também a necessidade do museu manter as obras táteis restritas aos cegos sendo possível a apreciação por todos os visitantes. O arquivo digital transcrito de uma obra original pode ser adaptado e manipulado de modo a simplificar seus traços e torná-lo menos complexo para a leitura tátil. A utilização deste tipo de tecnologia oferece uma grande variedade de materiais atrelados a diferentes técnicas que influenciam diretamente o custo final de cada peça. Os diferentes materiais asseguram variados níveis de resistência ao modelo final, e este pode ser produzido por materiais frágeis como o gesso até os mais resistentes como a resina. O tempo de produção de cada peça varia de acordo com o volume e resolução de cada objeto final podendo durar minutos ou poucas horas, o que não se compara ao longo período dedicado ao trabalho artesanal ainda utilizado.

4 Considerações finais

A pequena amostra de modelos táteis levantados por este artigo sinaliza que as técnicas hoje utilizadas, essencialmente artesanais e dependentes de mão-de-obra especializada, poderiam ser aprimoradas contribuindo para a ampliação do acervo de obras nos museus. Partindo-se do princípio que o desenvolvimento da técnica de reprodução da imagem tátil está diretamente ligada à inclusão cultural do não vidente, pareceu relevante a comparação das técnicas atuais com as provenientes da fabricação digital. O artigo pretendeu mostrar que a técnica artesanal encontrada nos museus poderia estar associada às novas tecnologias digitais com o intuito de possibilitar um acervo tátil para todos e suprir suas limitações de produção. Problemas como a fragilidade, a falta de precisão e a produção única de peças podem ser vencidos pelas características das técnicas automatizadas de produção. A possibilidade de se adaptar diferentes técnicas e materiais, que necessitem de menor manutenção, representa um avanço quando comparada ao atual cenário da produção da imagem tátil, ampliando o seu alcance ao disponibilizar cada vez mais uma parcela maior do acervo.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio financeiro à pesquisa e pelo apoio durante o programa PDSE.

Referências

- CARDOSO, E., TEIXEIRA, F.G., SILVA, R.P., SILVA, T.L.K. 2011. Fabricação Digital De Recursos Táteis Aplicados Ao Design De Exposição. *Augmented Culture: Proceedings of the 15th Iberoamerican Congress of Digital Graphics*, 330-334. SIGraDi. Santa Fe, Argentina.
- CELANI, M.G.C., MILAN, L.F. 2007. Tactile scale models: three-dimensional info-graphics for space orientation of the blind and visually impaired. *3rd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping*, VRAP 2007, Leiria, Portugal, pp. 1–10
- CELANI, G., PUPO, R. 2008. Prototipagem Rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil. In: *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Vol.8, No.1, p.31-41
- COHEN, R.; DUARTE, C. e BRASILEIRO, A. 2012. *Acessibilidade a Museus*. Brasília, DF: MinC/Ibram, 2012.
- LE MOS, E.R. [et al]. 2006. *Normas Técnicas para a produção de textos em braille*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.
- TOJAL, A. F. 2010. Acessibilidade e inclusão de públicos especiais em museus. In: *Caderno de acessibilidade: Reflexões e Experiências em Museus e Exposições*. São Paulo: Expomus.

Sobre os autores

Elizabeth Romani, doutoranda, USP, Brasil <bethromani@usp.br>

Juliana Harrison Henno, doutoranda, USP, Brasil <julianaharrison@usp.br>

Clice de Toledo Sanjar Mazzilli, doutora, USP, Brasil <clice@usp.br>