

# Fabricação digital de recursos táteis aplicados ao design de exposição

## *Digital manufacturing of tactile resources applied to the exhibit design*

**Eduardo Cardoso**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil  
eduardo.cardoso@ufrgs.br*

**Fábio Gonçalves Teixeira**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil  
fabiogt@ufrgs.br*

**Régio Pierre da Silva**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil  
regio@ufrgs.br*

**Tânia Luísa Koltermann da Silva**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil  
Tania.kolterman@ufrgs.br*

**Abstract:** *O presente artigo apresenta os resultados obtidos até o momento com a pesquisa sobre a produção de recursos táteis para ambientes culturais por meio do emprego da modelagem tridimensional e da fabricação digital. Pretende-se desta forma apresentar um panorama geral dos recursos de acessibilidade desenvolvidos para aplicação em ambientes culturais, em especial os recursos táteis e como estes podem ser desenvolvidos para a transposição de obras pictográficas para modelos físicos tridimensionais em diferentes materiais.*

**Palabras clave:** Fabricação digital, design; exposição; recursos táteis.

## **Introdução**

Para Bins Ely et al (2005), pessoas com algum tipo de deficiência – sensorial, cognitiva, físico-motora ou múltipla – enfrentam diariamente dificuldades para obter informações, deslocar-se, comunicar-se e utilizar equipamentos públicos, ainda que tenham o direito à igualdade, sem nenhuma forma de discriminação, garantido pela Constituição Brasileira de 1988. Invariavelmente, um ambiente, quando bem desenvolvido deve atender a todo tipo de usuário. Desta forma, compreendendo a realidade de pessoas com deficiência, o profissional de design tem a oportunidade de visualizar as necessidades dos mais diversos tipos de usuários e assim tem um grande desafio pela frente ao projetar de acordo com os condicionantes legais, compreensão do espaço ao seu redor e de seu público enquanto desenvolvem um projeto expográfico (Berger, 2009).

Segundo Viebe (2008), de acordo com estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS), no ano de 2000, cerca de 10% da população de qualquer país tem algum tipo de deficiência física, mental ou sensorial. No Brasil, existem aproximadamente 16 milhões de pessoas com deficiência, divididos entre: 50% mentais, 20% físicos,

15% auditivos, 10% de pessoas com deficiências múltiplas e 5% visuais. Essas pessoas têm necessidades especiais e precisam de mais oportunidades para exercer os seus direitos de cidadãos na sociedade. Estima-se que esse número, em 2009, tenha crescido para algo em torno de 26 milhões de pessoas. Isso representa 14,5% da população com alguma dificuldade de enxergar, ouvir, locomover-se ou alguma deficiência física ou intelectual.

Ainda, é preciso salientar que no Brasil existiam no ano de 2000, cerca de 11,77 milhões de pessoas com deficiência visual (IBGE, 2000). Segundo a OMS, 90% das pessoas cegas ou com baixa visão vivem em países subdesenvolvidos. Para Loch (2011), isto ressalta a importância do auxílio tecnológico, científico, educacional e profissional. Embora este tema possa parecer atual no país, já na década de 1980 a museóloga paulista Waldisa Rússio, diretora do extinto Museu da Indústria, Comércio e Tecnologia de São Paulo, concebeu a exposição “Percepção e Criação”, que abordava a atuação das pessoas com deficiências na economia brasileira. Em seu depoimento se encontra a seguinte passagem: “A maioria das pessoas que trabalham em museu, todavia, parecia refratária à idéia de cegos frequentando tais estabelecimentos por-

que ‘museu foi feito para videntes’. O que é verdade, mas não toda a verdade”. (GUARNIERI, 1980, p. 4). Mesmo assim, a linguagem visual ainda é a forma de comunicação predominante nas estratégias de comunicação museológica, sejam elas exposições, publicações e ações culturais. As pessoas com deficiência visual enfrentam dificuldades em usufruir destes espaços, assim como idosos e pessoas com deficiência mental. Atualmente, a maior parte dos profissionais afirma que as pessoas com deficiência visual, entre outros, têm o direito de ter acesso a informação e ao patrimônio, mas ainda são escassas as iniciativas de inclusão deste público nestes espaços. Essa questão também merece uma reflexão sobre a mudança de atitude da sociedade em relação às pessoas com deficiência. Desta forma fazem-se necessárias algumas definições como as apresentadas a seguir.

Entende-se por pessoa com deficiência visual aquela que apresenta impedimento total ou parcial da visão, decorrente da imperfeição do sistema visual. A rigor, diferencia-se a deficiência visual, em parcial, também designada visão sub-normal ou, mais corretamente, de baixa visão, e cegueira, quando a deficiência visual é total, (SASSAKI, 2007). SENA e CARMO (2005, apud Loch, 2011) explicam que o indivíduo cego (que apresenta acuidade visual menor que 0,05 no seu melhor olho sem ajuda de equipamento auxiliar), poderá ver a três metros o que um indivíduo sem problemas de visão enxerga a sessenta metros. Quanto à baixa visão, existem muitos e distintos tipos que impedem, mesmo com o auxílio de dispositivos tecnológicos, que o indivíduo responda a testes de acuidade visual com símbolos (Loch, 2011).

Isto posto, evidencia-se a relevância de pesquisas acerca da acessibilidade em ambientes culturais por meio da fabricação digital de recursos táteis para pessoas com deficiência visual, assim como a avaliação da eficácia dos mesmos, de acordo com o seu público-alvo, na mediação plurissensorial de obras, produtos e/ou artefatos culturais. Desta forma, o presente artigo visa apresentar a metodologia desenvolvida para a adaptação tátil de conteúdos visuais figurativos através de recursos táteis produzidos em um equipamento de prototipagem digital – fresadora CNC. Neste processo descreve-se desde a seleção das imagens a serem adaptadas, a modelagem tridimensional e os recursos utilizados, e a usinagem da mesma em diferentes materiais, tais como poliuretano expandido e MDF (Figura 01).



Fig. 01. Modelo tátil usinado na fresadora CNC em MDF.

## Recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual

Para Dischinger e Bins Ely (2005), o termo acessibilidade é bastante abrangente e não está apenas ligado a fatores físico-espaciais como distância, deslocamento, conforto, etc. A acessibilidade também envolve aspectos políticos, sociais e culturais (como aspectos financeiros, o analfabetismo, a falta de compreensão de uma informação por um turista estrangeiro, etc).

Sabe-se que a acessibilidade está relacionada com a prática da inclusão, que se refere à possibilidade de participação das pessoas na sociedade em condições de igualdade e sem discriminação. Para tanto é necessário garantir total acesso aos mais variados locais e atividades, eliminando as diversas barreiras existentes, assim como promover a igualdade de oportunidades para permanência e uso com autonomia por todo tipo de usuário.

Dischinger e Bins Ely (2005) definem como espaço acessível como aquele de fácil compreensão, que permite o usuário comunicar-se, ir e vir e participar de todas as atividades que o local proporcione, sempre com autonomia, segurança e conforto, independente de suas habilidades e restrições.

Além do acesso a documentos escritos pela utilização do alfabeto Braille, considera-se neste trabalho igualmente importante possibilitar às pessoas com deficiência visual o acesso a imagens ilustrativas, pedagógicas e artísticas. Têm-se desta forma o acréscimo de propostas de adaptação tátil de conteúdos visuais para este público de acordo com a aplicação a que se destinam. Porém é certo que diferem os objetivos de cada uma das propostas e isto influencia a forma como são estruturadas.

## Fabricação digital

Selhorst Júnior (2008) subdivide as tecnologias de fabri-

cação digital ou prototipagem em dois grandes grupos: prototipagem rápida aditiva (RP - *Rapid Prototyping*), que trabalham por adição de material e prototipagem rápida subtrativa (SRP - *Subtractive Rapid Prototyping*), onde os modelos são obtidos por usinagem de blocos e chapas de diversos materiais. No entanto, atualmente, o termo fabricação digital vem se tornando mais usual a todo tipo de prototipagem de rápida execução, independente de seu processo (DVORAK, 2004).

Segundo Pupo (2008), os novos métodos não são mecânicos, mas controlados por computadores, daí a definição de CNC - *Computer Numeric Control*, normalmente associado a fresas de controle numérico. Os métodos de produção automatizada mais utilizados podem ser categorizados, segundo Pupo (2008), de acordo com sua finalidade, número de eixos com que trabalham e maneira como produzem os objetos.

A usinagem e o modelo gerado por fresadora CNC (SRP) possuem algumas restrições geométricas, como, por exemplo, permitir somente a remoção de material que pode ser alcançado pela ferramenta, assim, alguns cantos retos internos não podem ser obtidos e a fixação de peças com paredes delgadas não é uma tarefa simples (VOLPATO, 2007). A usinagem CNC produz peças a custos razoáveis, confeccionadas em diferentes materiais, permitindo testes com alta precisão dimensional. Desta forma, os modelos, quando obtidos através da usinagem CNC conseguem alcançar com baixo custo o objetivo principal deste trabalho: produzir recursos táteis em diferentes materiais, tamanhos e texturas a um custo acessível. Como grande benefício cita-se ainda a possibilidade de geração de distintas texturas em diferentes materiais, contribuindo para o processo de transmissão da informação e à significação - acesso estético.

## Metodologia

A partir dos conceitos acima expostos, apresenta-se a metodologia empregada para o desenvolvimento dos primeiros modelos táteis desenvolvidos no Laboratório de Design Virtual e Fabricação Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Para o desenvolvimento dos modelos táteis parte-se inicialmente da seleção das imagens pictóricas que serão importadas e modeladas tridimensionalmente no software McNeel Rhinoceros 4.0. As imagens devem ter bom contraste de cores e geometrias bem definidas para que o processo de importação da mesma e geração da malha tridimensional prévia possa ser criada com suces-

so. Antes de importar a imagem para o software de modelagem, gera-se um retângulo base para que ao importar a imagem não se perca a escala. Este retângulo tem a dimensão do modelo a ser usinado em escala real. Após a importação e criação da malha prévia, refina-se a mesma "suavizando" a sua construção demasiadamente facetada. O software McNeel Rhinoceros 4.0 foi utilizado pela facilidade com que se pode importar imagens, gerar modelos tridimensionais prévios à partir de imagens bidimensionais e, posteriormente, refiná-las e exportá-las para o software que irá gerar o percurso a ser usinado no equipamento CNC (Figura 01).



Fig. 02. Processo de modelagem tridimensional à partir de imagem bidimensional e modelo tátil final.

Atualmente o software utilizado para criação do percurso a ser usinado é o Delcam ArtCAM 8.0. Neste software muitas podem ser as estratégias usadas para geração do percurso e o resultado obtido variará de acordo com a estratégia selecionada. Algumas privilegiam o tempo em detrimento da precisão ou acabamento final. No caso dos modelos táteis desenvolvidos, privilegiou-se o acabamento final e precisão na usinagem, trabalhando-se com ferramentas (fresas) com diâmetro bem reduzido (de 1mm a 2.1mm com dois cortes e topo reto) e passos, vertical e horizontal, também reduzidos: de 0,5mm a 1mm. Após a geração do percurso o modelo é usinado na fresadora CNC e posteriormente recebe acabamento conforme o material empregado (polietileno expandido de alta densidade, madeira, acrílico, etc). Salienta-se ainda que o processo de remoção de material pelo emprego de fresadora CNC pode, além de usinar diretamente o modelo, também ser utilizado para confecção de forma e contra forma quando tem-se como objetivo a produção de matriz tátil em borracha ou resina, por exemplo. Desta forma a matriz usinada é utilizada para conformar o modelo tátil final e neste caso outros materiais podem ser adicionados na produção resultando em um modelo mais rico em diferentes texturas e sensações.

## Discussão e Resultados

A partir dos primeiros modelos gerados podem ser ela-

boradas algumas considerações. Primeiramente, pode-se discutir quais as melhores formas de disponibilização de recursos táteis: esculturas, acesso pelo alto-relevo ou por texturas representacionais, como Almeida, Kastrup e Carijó (2010) apresentam em seu artigo “por uma estética tátil”. Nele estas autoras apresentam e comparam as diferentes estratégias de disponibilização de recursos táteis para mediação de arte e concluem que independente da forma que estes produtos serão disponibilizados, o importante é que se tenha peças disponíveis ao toque. Assim como destacam que o problema não é que estas iniciativas falhem em reproduzir com exatidão as obras originais, mas que acabem por produzir obras que o usuário com deficiência visual tenha poucas chances de apreciar. A partir da metodologia exposta, procura-se então pesquisar e desenvolver instrumentos para avaliação dos recursos táteis criados em suas diferentes estratégias de disponibilização para futuras análises e proposições, considerando sempre a relação conteúdo x recurso em busca de soluções mais adequadas para cada caso.

## Considerações finais

Após o início desta pesquisa sobre recursos táteis para o design de exposição pode-se concluir que a concepção destes modelos é fundamental para a mediação e contato da pessoa com deficiência visual em um ambiente cultural. Desta forma visam auxiliar no uso e recepção da informação assim como na fruição estética de diferentes obras, produtos e conteúdos, possibilitando assim o uso autônomo e a inclusão social.

Considerando que eles são muito diferentes das obras originais e que são desenvolvidos de maneira diferente, necessita-se de pesquisas e avaliações para proposição de metodologias, segundo a estratégia empregada, para facilitar a preparação dos profissionais da área e apreciação das pessoas com deficiência visual. Neste sentido salienta-se a participação ativa do público-alvo destas pesquisas de modo que sejam adotadas abordagens centradas no usuário e não somente como uma adaptação feita a partir do entendimento das pessoas videntes ou com visão subnormal. Estas metodologias e padrões são buscados para ajudar a diminuir as dificuldades encontradas no processo de produção deste tipo de recurso, além de popularizar o emprego destes nos ambientes culturais e proporcionar assim melhores condições de uso por diferentes usuários.

Apesar de algumas iniciativas isoladas, pouco se tem estudado sobre como os recursos táteis são produzidos e utilizados por pessoas com deficiência visual em am-

bientes culturais. Desta forma, reforça-se a importância de estudos para avaliação da produção de sentido a partir do uso de modelos táteis para contribuição metodológica no desenvolvimento de tais recursos. Neste contexto muitas ainda são as questões: quais as melhores estratégias de disponibilização de recursos táteis? Estas são complementares ou necessitam de outros meios para comunicar-se de forma eficiente com o usuário? A mensagem passada é simplesmente informativa ou também consegue-se acesso ao seu conteúdo estético? Assim, como desenvolver uma metodologia que contemple estas e tantas outras questões a serem respondidas? Destas questões e de tantas outras, pretende-se partir para o desenvolvimento de pesquisas específicas sobre a produção de sentido a partir de modelos táteis em ambientes culturais, ressaltando a importância da produção destes modelos como parte deste processo de pesquisa.

## Referências

- Almeida, M. C.; Carijó, F. H.; Kastrup, V. 2010. Por uma Estética Tátil: a adaptação de obras de artes plásticas para deficientes visuais. *Fractal: Revista de Psicologia*, v. 22 – n. 1, p. 85 – 100.
- Berger, C. M. 2009. *Wayfinding: designing and implementing graphic navigational systems*. Inglaterra: Rotovision.
- Bins Ely, V.H.M., Oliveira, A.S.D.A. 2005. Acessibilidade em edifício de uso público: contribuição de projeto de extensão na elaboração de dissertação. Santa Catarina. *Projetar 2005 – II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura*.
- Dischinger, M.; Bins Ely, V. H. M. 2005. *Promovendo acessibilidade nos edifícios públicos: Guia de avaliação e implementação de normas técnicas*. Santa Catarina: Ministério Público do Estado.
- Dvorak, P. 2004 *Model early, model often, and pass the prototype around*. *Machine Design* 55.
- Pupo, R. T. 2008. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. *Parc [pesquisa em arquitetura e construção]*, Vol 1 n.. 3, p. 1 – 19.
- Guarnieri, W. R. C. 1980. *Depoimento como Coordenadora do Projeto Museu da Indústria e da Exposição Percepção e Criação*. São Paulo: IEBUSP.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico do ano de 2000*. Acesso em: 5 mar. 2009, de <http://www.ibge.gov.br>.
- Loch, Ruth Emilia Nogueira. 2008. Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais. *Portal da Cartografia*.

Londrina, v.1, n.1, p. 35 - 58, 2008.

- Sarraf, V. P. A 2006. *Inclusão dos deficientes visuais nos museus*. MUSAS -IPHAN- MINC, 2 ed.

- Sasaki, R. K. *Terminologia sobre deficiência na era da inclusão*. Acesso em 09 de setembro de 2011, de [http://www.educacaoonline.pro.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=69:terminologia-sobre-deficiencia-na-era-da-inclusao&catid=6:educacao-inclusiva&Itemid=17](http://www.educacaoonline.pro.br/index.php?option=com_content&view=article&id=69:terminologia-sobre-deficiencia-na-era-da-inclusao&catid=6:educacao-inclusiva&Itemid=17).

- Selhorst Junior, A. 2008. *Análise comparativa ente os processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos: um estudo de caso para determinação do processo mais indicado*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

- Viebie, F. Organização Mundial de Saúde (OMS). Acesso em 10 de março de 2010, de [http://portal.mj.gov.br/corde/normas\\_abnt.asp](http://portal.mj.gov.br/corde/normas_abnt.asp).

- Voltapo, N. 2007. *Prototipagem Rápida: tecnologias e aplicações*. São Paulo: Blücher.