

# **Tactile Models and Digital Fabrication to Support the Understanding of the Architectural Design of a Renovation in a School for the Visually Impaired**

Brunna Pereira de Oliveira<sup>1</sup>, Thanize Olmedo da Silveira<sup>1</sup>, Renata Bandeira Ávila<sup>1</sup>, Raischa Holz Ribak<sup>1</sup>, Luisa Félix Dalla Vecchia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brazil  
brunnappo26@gmail.com; thanizesilveira20@gmail.com;  
renataavilabandeira@gmail.com; raischa.h.ribak@gmail.com;  
luisa.vecchia@ufpel.edu.br

**Abstract.** This study shows the results from an outreach activity developed in the school of Architecture at the Universidade Federal de Pelotas. A special education school for visually disabled people expressed difficulty in guiding and helping students and staff to understand the school's space. Furthermore, the school will be renovated expanding the second floor; materials for the blind members to understand the design were also needed. Thus, tactile models were developed and produced through digital fabrication. The process started with a bibliographic review about tactile models, focusing mainly on similar studies of tactile models for understanding architectural designs. Tests were carried out with members of the school, with the aim of identifying problems and gathering insights on possible ways to improve the models. The final tactile models remained at the school. We expect that the models will allow school members to understand the proposed renovations and contribute to orienting people in the existing school space, especially new students.

**Keywords:** Tactile models, Digital fabrication, University outreach, Space orientation, Architectural design

## **1 Introdução**

O conceito de inclusão social se dá através da declaração de Salamanca sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais, elaborado na Conferência Mundial, na cidade de Salamanca, na Espanha no ano de 1994, o qual afirma a garantia dos direitos de uma educação especial e inclusiva de crianças portadoras de deficiência visual nas atividades educacionais, desenvolvendo inclusão social (“Declaração de Salamanca”, 1994). Em 2014 a Organização Mundial de Saúde (OMS) apontou

que cerca de 90% da população dos deficientes visuais vive em uma sub-condição, por não terem diversos direitos assegurados, dentre eles o direito a entender o espaço que ocupam (“*Visual impairment and blindness 2014*”, N. d.).

Neste sentido, este projeto teve início quando a escola de educação especial para deficientes visuais - Associação Escola Louis Braille, localizada no centro da cidade de Pelotas, contatou o grupo de pesquisa GEGRADI (Grupo de Estudos de Ensino / Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital) para a produção de modelos táteis. O objetivo era auxiliar na compreensão espacial dos alunos e funcionários em relação à escola e na compreensão de uma reforma que será feita no edifício, incluindo ampliação do segundo pavimento. Os membros da escola – inclusive o diretor, que é deficiente visual – expressaram a necessidade de compreender o projeto do que será modificado na escola. Além da reforma, eles expressaram a utilidade de poder demonstrar para os alunos e usuários da associação como é a configuração do edifício, principalmente para novos membros. A partir disso, foram explorados meios que pudessem tornar esse processo inclusivo. Por se tratar de uma atividade de extensão, estabeleceu-se uma turma da disciplina Requisitos Curriculares de Extensão (RCE) especificamente para abordar esta problemática.

As disciplinas de RCE no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) buscam desenvolver Extensão Universitária exercendo atividades relacionadas à Arquitetura e Urbanismo. Dessa forma acontece uma troca dialógica entre universidade e comunidade beneficiando tanto os estudantes e professores quanto aos grupos da comunidade envolvidos (“Política Nacional de Extensão Universitária,” 2012). A procura por este grupo de pesquisa se deu em função de parcerias anteriores estabelecidas entre a escola e o grupo para produção de modelos táteis, principalmente referente ao patrimônio arquitetônico da cidade.

Tendo em vista o grande déficit, dentro da Arquitetura, em procurar produzir materiais que auxiliem no entendimento da espacialidade do ambiente que utilize outros sentidos, que não são a visão, procurou-se entender como a Arquitetura Multissensorial poderia ser utilizada. Pallasma (2009) aponta que para o entendimento de um espaço, por uma pessoa com deficiência visual, deve-se fazer o uso dos diversos sentidos para comunicar o projeto. Vieira et al.(2012) apontam que o tato é o sentido que mais traz benefícios para esses casos, e por esse motivo, procurou-se trabalhar com a fabricação digital de modelos táteis.

Portanto, este estudo relata o trabalho desenvolvido buscando contribuir para a acessibilidade da comunidade escolar destacada. São apresentados o processo de desenvolvimento dos modelos táteis a partir da Fabricação Digital, os desafios enfrentados e o registro dos passos e decisões tomadas para que facilitem e incentivem o trabalho de inclusão, e fabricação de modelos em outras instituições.

## **2   Métodos**

Para alcançar os objetivos o estudo foi dividido em 3 etapas principais.

A etapa 1 consistiu na apropriação do problema e de possíveis métodos para solucioná-lo. Dessa forma, primeiramente, realizou-se uma revisão de literatura a partir de artigos que versam sobre maquetes táteis, em especial estudos de referência similares com modelos táteis para compreensão de projetos arquitetônicos por deficientes visuais (Bem & Pupo, 2015; Milan, 2008; Peronti et al., 2016; Queiroz & Ono, 2015; Romani & Henno, 2018). A escola forneceu desenhos técnicos da escola e do projeto de reforma. Em seguida, realizou-se uma visita à Escola Louis Braille, para reconhecimento do espaço e esclarecimento de dúvidas em relação aos desenhos técnicos, reconhecimento da problemática e as maiores dificuldades de compreensão de seus usuários, elencadas pelo Diretor da escola, portador de deficiência visual.

Tal revisão e visita permitiram abranger quais os meios para chegar no resultado esperado. Assim, sistematizou-se os saberes relacionados à fabricação de tais maquetes elencando-se as melhores práticas para tal produção. Tal sistematização se deu através de tabelas elencando, para cada artigo revisado, o tipo de modelo produzido e sua finalidade, as tecnologias e materiais utilizados e os benefícios e dificuldades indicados pelos autores. Entendeu-se que plantas baixas táteis seriam adequadas para a compreensão pretendida neste caso. A partir disso, dada a disponibilidade de equipamentos na faculdade em questão, elegeu-se pela fabricação dos modelos combinando elementos em MDF a partir do corte a laser e elementos impressos em 3D. Planejou-se a fabricação da base das maquetes, paredes e textos em MDF e o uso de impressão 3D para as escadas e legendas em braille.

A etapa 2 se refere a produção de modelos iniciais e testagem dos modelos. Em um primeiro momento, realizou-se testes do corte a laser com papel kraft e da impressora 3D com um modelo de escada para compreensão do funcionamento das máquinas pelas estudantes e realização dos ajustes necessários à produção dos modelos iniciais. Em seguida, as maquetes táteis iniciais foram produzidas. Estes modelos foram levados à Escola e testados para verificar a usabilidade e identificar problemas. O objetivo desse teste foi otimizar os modelos e tornar o desenvolvimento do material coletivo, procurando garantir que o resultado seja o mais didático e funcional possível.

Por fim, na etapa 3, foram feitos os ajustes necessários conforme identificado na etapa anterior. Com o novo material produzido foi realizada a ação final na Escola. Nesta ação os materiais foram utilizados e novos dados coletados visando otimizar ainda mais os modelos que venham a ser produzidos futuramente. Ao final da ação, os materiais produzidos foram entregues para permanecer na Escola para uso junto à esta comunidade.

### 3 Resultados

#### 3.1 Etapa 1 – Ambientação

Nesta etapa, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica buscando identificar e sistematizar as melhores práticas para a produção de modelos táteis referentes a projetos arquitetônicos, especialmente modelos táteis de plantas baixas.

Constatou-se que os meios mais utilizados para permitir o entendimento do espaço por pessoas com deficiência visual, são a maquete tátil e o mapa tátil (Milan, 2008). O primeiro tem como objetivo permitir o entendimento do ambiente, auxiliando na compreensão do edifício a partir do uso de elementos que delimitam o espaço, como formas, proporção e relação com o entorno. Já o segundo, o mapa tátil, procura reproduzir os caminhos e fluxos da edificação, fornecendo informações sobre as rotas a serem percorridas de forma simplificada, possibilitando assim uma maior independência de deslocamento. Neste estudo foram produzidas maquetes táteis com o objetivo principal de compreensão do ambiente. Foi produzida uma maquete de cada pavimento da escola utilizando MDF cortado a laser tendo apenas as escadas produzidas por impressão 3D (Figura 1).

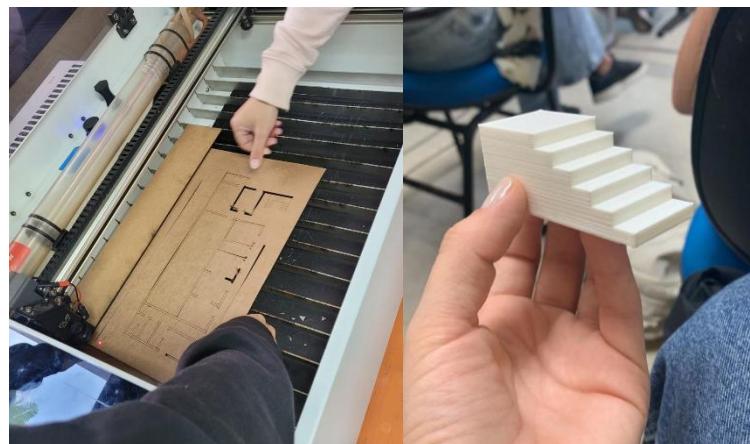


Figura 1. Testes iniciais de produção das maquetes táteis a partir de corte a laser (esquerda) e impressão 3D (direita). Fonte: Autores

A fim de se obter um resultado desejável e produzir um material que proporcionasse um bom entendimento do ambiente, atentou-se a especificidades trazidas Milan (2008), como, a espessura das paredes, que devem ser mais grossas para uma maior durabilidade, além de possuírem formato e altura legível (no mínimo 1,3 cm para compreensão), dando atenção aos espaços de passagem, que devem possibilitar a passagem do dedo para

a leitura tátil do ambiente. As legendas devem ser independentes da maquete, para que o usuário possa utilizar como preferir. Também é importante que sigam a ordem de caminhos para facilitar o entendimento. Além disso, é fundamental que os símbolos utilizados nas maquetes sejam precisos para não gerar confusão.

Também nesta etapa de ambientação, foi realizada uma visita à Escola para identificar as necessidades solicitadas e para obter conhecimento do espaço de estudo. A partir disso, reconhecemos as conexões verticais entre os pavimentos e em como os ambientes já estavam e seriam futuramente distribuídos, tendo uma noção em como guiá-los a partir dos modelos que seriam produzidos. Ademais foi feito um levantamento do local, observando os espaços utilizados como escola, ambulatório e administrativo.

### **3.2 Etapa 2 – Produção e testagem**

Os primeiros testes de corte a laser foram executados a partir das dimensões das plantas baixas técnicas fornecidas pela escola, sendo estas colocadas em uma escala estabelecida para produção das maquetes. Além disso, o teste para a impressão 3D foi realizado com um modelo de escada fora de escala, para o entendimento da circulação vertical. Dessa forma, podemos perceber que a espessura das paredes e o vão das portas não atendiam ao mínimo estudado para se ter um bom manuseio das maquetes a partir do tato, sendo necessário alguns ajustes nos desenhos. Com isso, algumas medidas internas tiveram que ser alteradas, visto que, a espessura das paredes passou a ser uma medida padrão de 3mm, além dos vãos de portas que ficaram com espaços entre 10mm, 12mm e 14mm, dependendo de cada ambiente. Outro fator importante que foi atribuído ao estudo, foi a diferenciação dos setores de escola em espaços de ambulatório, administrativo e salas de aula a partir da utilização de diferentes texturas, como forma de orientar o deficiente visual aos usos existentes no local.

Após todas as modificações feitas na produção das maquetes táteis, realizadas para os primeiros testes de reconhecimento do novo pavimento da escola, as maquetes foram levadas no local. As maquetes foram testadas e analisadas primeiramente pelo diretor da escola, que é deficiente visual. Ele foi auxiliado por uma pessoa da área administrativa, sem deficiência visual, que conhece o local já existente, em conjunto com a orientadora e as acadêmicas da disciplina. Logo após o teste de uso das maquetes, o responsável técnico pelo projeto de reforma também se juntou ao grupo para discussão.

Os testes iniciais obtiveram um resultado satisfatório, atendendo aos requisitos estudados para elaboração do material. Além disso, a ideia da escolha das texturas para diferenciar a setorização dos ambientes existentes e novos, foram aprovadas pelo diretor, que conseguiu compreendê-las com facilidade. Entretanto, foram sugeridas algumas modificações para auxiliar ainda mais na compreensão a serem implementadas nos modelos finais. Verificou-se a necessidade de elaboração de legendas escritas e numeradas

nas plantas baixas, para a pessoa que irá auxiliar o deficiente visual pelo espaço. Uma legenda em escrita braile para compreensão das texturas introduzidas também deve ser produzida. Foi sugerido, ainda, que na maquete do segundo pavimento a escada fosse inserida para baixo, como é na realidade, e não apenas a marcação de seu espaço.



Figura 2. Teste de uso dos modelos produzidos. Fonte: Autores.

Um resultado significativo dessa etapa se refere a compreensão, por parte do diretor da escola, sobre o que está projetado para ser construído. A maquete foi produzida segundo os desenhos técnicos aprovados na prefeitura para construção. Entretanto, ao tocar nas maquetes o diretor percebeu que o que foi aprovado não é o que ele imaginava para a reforma. A distribuição e posicionamento de alguns espaços não condizem com expectativa e necessidade da escola conforme o entendimento do diretor. Esta percepção só foi possível a partir das maquetes táteis do projeto. Na discussão com o responsável técnico pelo projeto da reforma, este tranquilizou os membros da escola explicando que é possível modificar a disposição interna dos ambientes projetados uma vez que está previsto que as paredes internas sejam construídas com o uso de divisórias leves. Outro aspecto que já havia sido modificado no projeto, mas não constava nos desenhos fornecidos para este estudo, se refere à escada em U que aparecia no material, mas não será construída, ficando apenas a escada que já existe como acesso ao segundo pavimento. Considera-se que o uso das maquetes táteis, produzidas neste estudo, contribuirão para se alcançar uma reforma mais condizente com a expectativa de todos os envolvidos.

### 3.3 Etapa 3 – Produção e ação finais

Os modelos finais das maquetes táteis, foram elaborados e modificados de acordo com os apontamentos feitos a partir dos testes realizados anteriormente. Dessa forma, foi produzido um material mais didático tanto para as pessoas com deficiência visual, quanto para as pessoas que irão auxiliá-las nesse processo de conhecimento do espaço. Com isso, o material é composto por duas maquetes táteis (figura 3) que contam com diferentes texturas para cada área do edifício, como administração, ambulatório e salas de aula, além de uma legenda com escrita em braile, criada com o intuito de identificar e diferenciar as três texturas que foram introduzidas nas maquetes. Além disso, foram criadas também duas plantas baixas (figura 4), com legendas gravadas em uma placa de MDF, em menor escala, sendo numeradas e dispostas de acordo com a setorização do edifício para ser usada pela pessoa que ajudará no processo.

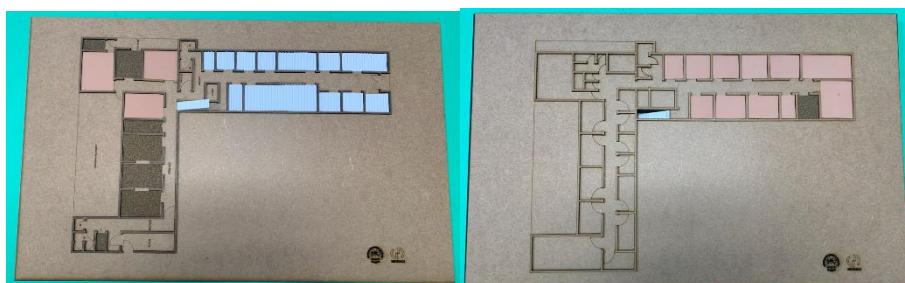


Figura 3. Maquetes táteis dos pavimentos térreo (esquerda) e superior (direita).  
Fonte: Autores.

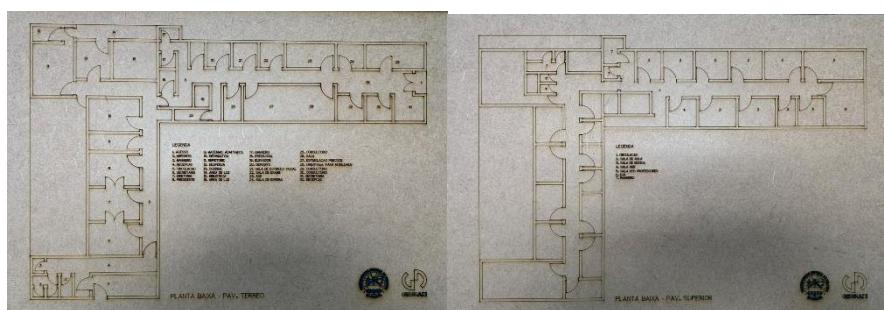


Figura 4. Legendas de apoio dos pavimentos térreo (esquerda) e superior (direita).  
Fonte: Autores

Com o material pronto, foi realizada uma ação extensionista final que também serviu como teste final dos modelos (Figura 5). Neste teste, obteve-se resultado positivo em relação aos modelos. Participaram da ação final o diretor

da escola, que já havia participado de testes intermediários, e mais um funcionário cego. Além disso, uma funcionária da direção, que não é cega, participou como a pessoa que ajuda no reconhecimento do espaço. Ambos os participantes conseguiram compreender bem os espaços existentes da escola. Quanto aos ambientes da reforma, que ainda não foi construída, o diretor, que participou do processo do projeto, compreendeu facilmente; o outro participante demorou um pouco mais para compreender o que será construído.



Figura 5. Uso dos modelos produzidos durante a ação de extensão final.

Fonte. Autores

Todos os participantes confirmaram que os objetivos da proposta foram cumpridos e que será de muita valia para a escola. O diretor se referiu ao material da seguinte forma: "Vai ser de grande valor pra nós" e agradeceu o empenho. A funcionária que auxiliou ressaltou que o uso das texturas vai auxiliar no entendimento dos alunos sobre os ambientes institucionais (de acesso livre a eles) e os ambientes administrativos (de acesso restrito). Além disso, eles destacaram que a maquete permite que eles tenham "uma

percepção real do tamanho dos ambientes" o que muitas vezes não é possível com outros materiais tais como mapas táteis. A principal dificuldade de entendimento foi em relação às legendas em braile. A impressão 3D havia sido feita a partir de um plugin específico para esse fim. Entretanto, apesar do usuário ter conseguido identificar as letras, o que estava escrito não era o que as autoras esperavam. Tal erro não foi identificado antes devido à falta de conhecimento de braile das autoras. A partir disso, a própria escola produziu a escrita das legendas em braile.

Durante o teste final, o diretor da escola perguntou se o material poderia ser colocado na parede, para ser usado na vertical. Dessa forma, os materiais também foram testados na vertical. Ambos os participantes concordaram que o uso nesse sentido é melhor. A figura 5 mostra imagens do uso do material durante a ação de extensão final, inclusive quando o material foi apoiado no sentido vertical.

Em um encontro subsequente com membros da escola o professor que trabalha questões de orientação espacial com os estudantes destacou a utilidade das maquetes táteis disponibilizadas. A partir disso, ele expressou o interesse em estabelecer um novo projeto para produzir modelos similares, para serem usados com os alunos, para orientação em edificações chave da cidade, tal como a rodoviária, e de alguns espaços urbanos. Tal relato por parte do professor ressalta a utilidade dos modelos produzidos bem como a importância social da extensão universitária.

#### **4 Conclusões**

Este projeto cumpriu o objetivo de produzir modelos táteis que auxiliem na orientação espacial da comunidade da Associação Escola Louis Braille. Além disso, os modelos permitiram aos usuários compreender o projeto de uma reforma, ou seja, como ficará a escola depois da reforma. Nesse sentido, um resultado importante se deu ainda na fase de testes em que, ao usar os modelos, o diretor da escola se deu conta que o projeto não estava como ele imaginava. Tal contato com o projeto, permitindo percorrer a planta baixa pelo tato, não havia acontecido até então. A possibilidade de perceber o tamanho relativo dos ambientes também se destaca tanto para ambientes existentes como para os ambientes projetados.

Dessa forma, espera-se que os modelos finais resultantes deste estudo permitam que os membros da escola possam compreender o projeto de modificações proposto. Além disso, espera-se contribuir para que todas as pessoas que irão frequentar a escola se sintam acolhidas, e a partir da utilização das maquetes táteis desenvolvidas, possam circular na edificação com mais segurança e clareza, entendendo os ambientes onde estão inseridas.

Outro resultado importante diz respeito à curricularização da extensão. A atividade desenvolvida durante esta disciplina de RCE permitiu que as estudantes de arquitetura adquirissem um conhecimento que não é acessível em outras disciplinas do curso. Isso diz respeito tanto ao tema abordado, que surgiu de uma demanda da comunidade, como à forma prática de abordagem e com participação direta da comunidade envolvida permitindo uma troca dialógica típica da extensão universitária. Experiências como esta deixam claro tanto a importância do papel social da extensão universitária como a grande valia na formação profissional dos estudantes, não apenas pelos conhecimentos adquiridos, mas também pelas experiências vividas junto à comunidade.

## Referências

- Bem, G. M. de, & Pupo, R. T. (2015). Imprimindo o espaço para as pessoas com deficiência visual: uma revisão sistemática. SIGRADI 2015, 148–152. <https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2015-30370>
- Declaração de Salamanca: Sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais. (1994). Salamanca – Espanha.
- Milan, L. F. (2008). Maquetes táteis: infográficos tridimensionais para a orientação espacial de deficientes visuais Tactile scale models: three-dimensional infographics for space orientation of the blind and visually impaired. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 1, n. 2, p. 99-124. <http://www.fec.unicamp.br/~parc>
- Pallasmaa, J. (2009). Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos. Artmed Editora.
- Peronti, G. G., Veiga, M., & Silva, A. B. A. da. (2016). A representação do espaço de arquitetura por meio de dispositivos táteis: uma revisão conceitual e tecnológica. SIGraDi 2016 XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics.
- Política Nacional de Extensão Universitária. (2012). In SESu/MEC. <http://proex.ufsc.br/files/2016/04/Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Extensi%C3%A3o-Universit%C3%A1ria-e-book.pdf>
- Queiroz, V. M., & Ono, R. (2015). A experiência de uma pessoa com deficiência visual em local desconhecido: o papel da maquete tátil. IV Simpósio Brasileiro de Qualidade Do Projeto No Ambiente Construido. <https://doi.org/10.18540/2176-4549.6026>
- Romani, E., & Henno, J. H. (2018). Alternativas na promoção da representação tátil para a orientação do visitante com deficiência visual em espaços culturais. Ergotrip Design, 3.
- Vieira, A.; Aguiar, J.; Pedro, J. B. (2012). O que os olhos não veem mas o coração sente: O reconhecimento do espaço arquitetônico por invisuais. In: Seminário Internacional da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo: Espaços Narrados: a construção dos múltiplos territórios da língua portuguesa. P.1486. São Paulo: FAU/USP.
- Visual impairment and blindness 2014. (n.d.). Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>.