

# **A cidade em miniatura: o uso de técnicas de prototipagem digital para a confecção de maquetes urbanas.**

*The miniature city: the use of rapid prototyping techniques to make urban scale models.*

Juliana Matsubara

UNICAMP/FEC - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Brasil  
Juju.matsuri@gmail.com

Carlos V. Vaz

UNICAMP/FEC - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Brasil  
cevv00@gmail.com

Gabriela Celani

UNICAMP/FEC - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Brasil  
celani@fec.unicamp.br

Edison Fávero

UNICAMP/FEC - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Brasil  
faverof@fec.unicamp.br

**Resumo.** The aim of the present paper is to describe a case study about the production of scale models of large urban areas with the use of digital prototyping techniques. Throughout the year 2008, the Laboratory for Automation and Prototyping in Architecture and Construction (LAPAC) was commissioned with the production of a scale model of the State University of Campinas' campus. Laser-cutting and Selective Laser Sintering were used to produce the terrain and the buildings. The products that resulted from this research demonstrate that rapid prototyping processes are extremely helpful to produce scale models of large urban areas.

**Palavras chave.** *Concept; scale model; process; digital prototyping.*

## **pertinência**

A utilização da prototipagem digital vem possibilitando novas formas de materializar as idéias desenvolvidas por arquitetos e urbanistas, permitindo trazer modelos complexos à realidade em diferentes escalas e com distintas funções durante o processo de projeto. Estas novas tecnologias são capazes de intervir na relação entre modelo e o processo de projetar. Sendo assim, a prototipagem rápida poderá influenciar pedagogicamente o ensino de arquitetura e urbanismo. Esta pesquisa possui como foco o projeto como investigação:

apresentar um estudo de caso sobre a produção de maquetes de grandes áreas urbanas com o uso de técnicas de prototipagem digital, explorando os processos utilizados e os resultados obtidos.

## **introdução**

Ao longo do ano de 2008, a prefeitura do campus da UNICAMP solicitou ao LAPAC, o Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção da FEC-UNICAMP, a produção de uma maquete do campus Zeferino Vaz, na cidade de Campinas. Essa maquete teria diversos objetivos: servir como instrumento de planejamento para a equipe da prefeitura, permitindo uma visualização geral do campus, mas ao mesmo tempo servir como instrumento de comunicação com a comunidade que utiliza esse espaço.

Ao se executar uma maquete de uma área urbana costuma-se enfrentar problemas relativos às seguintes questões (Hechinger 2003, MILLS 2007):

- dimensão da maquete: a escala selecionada precisa ser suficientemente pequena para que o produto final tenha uma dimensão viável para o transporte e ocupação de espaço;
- escala: por outro lado, a escala precisa ser suficientemente grande para que os edifícios possam apresentar um detalhamento que permita sua identificação;
- manutenção: devido ao investimento empregado numa maquete de grandes proporções, é desejável que ela seja durável e resistente aos efeitos ambientais, permitindo a manutenção apropriada;
- estabilidade: as partes da maquete precisam ser fixadas de maneira que possa resistir a impactos e ao manuseio dos usuários;
- representação: os materiais devem permitir a representação de cores indicativas das diferentes funções dos espaços;
- precisão: os materiais utilizados devem apresentar espessuras compatíveis para representar certos aspectos do modelo;

- custo: dependendo do uso que se pretende dar à maquete, o custo do material deve ser proporcional ao ciclo de vida esperado.

## **processo de produção**

O processo de produção da maquete foi desenvolvido nas seguintes etapas:

### **pesquisa de materiais para a maquete**

A prototipagem rápida permite a utilização de materiais de difícil corte e manuseio para a elaboração de modelos tridimensionais. Materiais que antes dificilmente seriam selecionados para o emprego em maquetes de áreas urbanas podem ser utilizados dependendo do equipamento e técnica de prototipagem rápida que serão utilizados. Dentre os materiais estudados, papel Paraná, papelão ondulado, MDF e laminado melamínico, este último foi selecionado em consequência de sua maior durabilidade e espessura adequada à escala desejada (próximo de 0.5 mm).

### **confecção de protótipos para realização de testes para definição das escalas horizontal e vertical da maquete**

Muitas vezes as maquetes de grandes áreas urbanas são executadas com escalas verticais maiores que as horizontais, com o objetivo de enfatizar a declividade dos terrenos. Nesta maquete optou-se por utilizar a mesma escala, 1:2000, nas duas direções.

### **preparo do desenho e corte das curvas de nível.**

As curvas de nível para corte a laser foram isoladas a partir da planta cadastral do campus, desenhada em AutoCAD (Figura 11). As peças a serem cortadas tiveram de ser planejadas de tal forma que coubessem na área de corte da cortadora a laser e sem que a maquete ficasse com emendas visíveis. Após o corte a laser (Figura 2) dos contornos e riscos também a laser dos elementos gráficos, como ruas e implantação dos edifícios, a fórmica recebeu pintura de

caneta hidrocor para quadro branco, para ressaltar a cor dos grafismos feitos a laser.

*Figura 1: Curvas de nível redesenhadas em autoCAD.*

*Figura 2: Corte a laser das peças.*

### **modelagem dos edifícios**

Após a realização de testes de impressão 3-D e seleção da técnica de prototipagem rápida mais adequada para a produção dos modelos, os edifícios do campus foram modelados em software de CAD (Figura 3) a partir de um levantamento fotográfico e das plantas cadastrais. O nível de detalhe dos modelos teve de levar em conta a escala da maquete e a resolução do equipamento de prototipagem rápida que seria utilizado para imprimir os modelos dos edifícios, a sinterização seletiva a laser (SLS). Os modelos foram produzidos no Centro de Tecnologia Renato Archer, que dispõe de um equipamento desse tipo (Figura 4).

*Figura 3: Modelagem 3-D em AutoCAD dos edifícios.*

*Figura 4: Modelos dos edifícios produzidos em SLS.*

### **montagem da maquete**

A montagem da maquete (Figura 5) envolveu a colagem das camadas de terreno com cola de contato, a aplicação de selador nos modelos dos edifícios, e a colagem desses modelos nos locais previamente demarcados a laser com cola à base de cianocrilato. Por fim, foi realizado o acabamento para que a maquete pudesse ser encaixada e posicionada na base (Figura 6).

*Figura 5: Montagem da maquete.*

*Figura 6: Maquete finalizada.*

### **produção de uma segunda maquete**

Os arquivos dos desenhos 2D do relevo e dos modelos 3D dos edifícios do campus foram re-aproveitados para confeccionar uma segunda maquete, com diferentes materiais, escala e objetivos (Figura 7).

*Figura 7: Confeção de outra maquete de papelão.*

Essa nova maquete teve a função de servir como ferramenta para o processo de projeto de um sistema de edifícios-tipo que visam adensar a ocupação do campus e de uma ciclovia com bicicletas de aluguel que servirá como meio de transporte para os alunos. O projeto foi desenvolvido pelo Escritório Modelo Experimental da FEC (EMOD). Na nova maquete, a escala horizontal utilizada foi a mesma (1:2000), porém a escala vertical foi de 1:1000, o que resultou na ênfase dos desníveis, ajudando na definição dos pontos de devolução de bicicletas e de implantação dos novos edifícios. Os materiais utilizados nessa maquete, que não necessitava ser tão resistente, mas precisava ser mais econômica, foram o papelão micro-ondulado (para as curvas de nível) e a impressão 3D no equipamento do próprio LAPAC (para a reprodução dos edifícios).

## **materiais**

Para o processo de confecção dos modelos foram utilizados os seguintes equipamentos do LAPAC:

- uma máquina de corte a laser Universal Laser Systems X-660 de 60 watts de potência e mesa de corte de 80x45 cm;
- uma impressora 3-D Zcorp modelo Z310.

Além disso, foi utilizado o seguinte equipamento do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer:

- uma máquina de sinterização seletiva a laser (SLS) Sinterstation HiQ.

A máquina de corte a laser pode ser utilizada para cortar diferentes materiais, como policarbonatos, acrílico, madeiras, compensado, papéis de diferente gramatura e espessura. Trata-se, portanto, de uma máquina muito versátil, que permite até mesmo a gravação em metais. Dependendo da potência e velocidade selecionadas, é possível cortar o material ou apenas riscá-lo, produzindo grafismos ou vincos para dobras, quando se trata de material dobrável, como o papel (PINHEIRO, 2008).

Dentre os processos de prototipagem aditiva, a impressora 3-D, que utiliza um pó cerâmico semelhante ao gesso como matéria prima, é considerada uma das técnicas mais baratas, porém de resolução relativamente baixa. A técnica SLS, que utiliza uma resina em pó, apesar de ser muito mais cara em termos de equipamento e de material de consumo, permite a obtenção de resultados melhores de resolução e de durabilidade.

## **discussão**

O uso das técnicas de prototipagem rápida permitiu confeccionar uma maquete com o uso de um material de boa durabilidade, com elevado nível de precisão e de detalhamento. Além disso, os arquivos digitais 2-D e 3-D (curvas de nível e modelos geométricos dos edifícios) possibilitam confeccionar novas maquetes, inclusive introduzindo pequenas modificações caso seja necessário, ou utilizando diferentes materiais dependendo do uso que será dado ao modelo.

Com o objetivo de aproveitamento dos arquivos desenvolvidos, foi produzida uma segunda maquete do campus, com a utilização de materiais diferentes da primeira, para que fosse possível realizar comparações entre materiais. Os materiais utilizados foram papelão ondulado de 1 mm de espessura e a técnica de impressão 3-D disponível no LAPAC (ZCorp).

O estudo mostrou que algumas questões poderiam ter sido mais investigadas. Por exemplo, a distribuição das peças no material a ser cortado poderia ter sido

realizada automaticamente, com o uso de software de nesting, permitindo a otimização do uso do material. Outra possibilidade seria a geração automática dos modelos geométricos dos edifícios com o uso de software de digitalização 3-D a partir de fotografias, como o Photomodeler, ou o preparo automatizado das curvas de nível por um script desenvolvido em Visual Basic para AutoCAD. Ainda assim os produtos resultantes desta pesquisa demonstram que as técnicas de prototipagem digital são extremamente adequadas para a produção de maquetes de grandes áreas urbanas. O prosseguimento da pesquisa visará o desenvolvimento de técnicas para a produção de maquetes que utilizem mais recursos da informática para eliminar as tarefas repetitivas e otimizar o uso dos materiais.

## **créditos**

Os autores agradecem à Prefeitura do Campus da UNICAMP pela concessão da bolsa PAPI de Juliana Matsubara, e à FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado de Carlos Vaz e pelo financiamento dos equipamentos do LAPAC. Os autores também agradecem ao prof. Lauro L. F. Filho pela concessão dos arquivos da planta cadastral do campus, e ao Laboratório de Desenvolvimento de Produtos do CTI Renato Archer pela confecção dos modelos dos edifícios em SLS.

## **referencias**

- Hechinger, Martin, Knoll, Wolfgang. Maquetes arquitetônicas. Martins Fontes. 2003.
- Mills, Criss B. Projetando com maquetes. Tradução de Alexandre Salvaterra. 2ª. Edição. Porto Alegre: Bookman. 2007.
- Pinheiro, Erica. Produção digital de maquetes arquitetônicas: um estudo exploratório. 2007. 112 f. – Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2007.