

IV PROJETAR 2009
PROJETO COMO INVESTIGAÇÃO: ENSINO, PESQUISA E PRÁTICA
FAU-UPM SÃO PAULO BRASIL
Outubro 2009

EIXO: POSTER DIGITAL

**A CIDADE EM MINIATURA: O USO DE TÉCNICAS DE
PROTOTIPAGEM DIGITAL PARA A CONFECÇÃO DE
MAQUETES URBANAS**

Juliana Ritsuko Matsubara
Estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, bolsista Fapesp
juju.matsuri@gmail.com

Carlos Eduardo Verzola Vaz
Arquiteto, doutorando pela UNICAMP
cevv00@gmail.com

Maria Gabriela Caffarena Celani
Arquiteta, doutora pelo MIT, atua na área de Computational Design, UNICAMP
gabi.celani@gmail.com

Edison Fávero
Arquiteto, doutor em Engenharia Civil pela USP, professor assistente UNICAMP
favero@fec.unicamp.br

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

Palavras-chave: *Conceito; Processo; Maquete; Prototipagem digital.*

RESUMO

O objetivo desta pesquisa consiste em apresentar um estudo de caso sobre a produção de maquetes urbanas de grandes áreas com o uso das tecnologias de prototipagem digital. Os arquitetos se deparam com diversas dificuldades quando confeccionam maquetes de grandes áreas: (1) o tamanho da maquete precisa ser pequeno o suficiente para que o produto final não seja muito grande para ela seja transportada e exibida; (2) por outro lado, a maquete precisa ser grande suficiente para que os edifícios sejam grandes o suficiente para que possam ser identificados; (3) dependendo do tempo de vida da maquete, os materiais precisam ser duráveis e de fácil manutenção. Ao longo do ano de 2008, foi solicitada, para o Laboratório de Prototipagem para Arquitetura e Urbanismo (LAPAC), a produção de uma maquete do campus da Universidade Estadual de Campinas. A maquete teria diferentes propósitos: ela deveria ser um instrumento do planejamento urbano para a prefeitura, permitindo a visualização do campus; ao mesmo tempo, ela deveria servir de instrumento de comunicação para as pessoas que utilizam este espaço, como estudantes, professores e funcionários. O processo de produção da maquete foi dividido em diversas etapas, começando com o desenho das curvas de nível e da modelagem tridimensional dos edifícios da universidade. O corte a Laser e o Sintetizador a Laser foram utilizados para produzir o terreno e os edifícios. Como resultado, foi possível de produzir uma maquete que nunca poderia ter sido feita à mão, com a grande qualidade de detalhes. Além disso, os arquivos digitais produzidos permitirão a produção de novas maquetes. Os produtos que resultaram desta pesquisa demonstram que os processos de prototipagem rápida são extremamente eficientes para produzir maquetes urbanas de grandes áreas.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar un estudio de caso sobre la producción de maquetas de grandes áreas urbanas con el uso de tecnologías de prototipado digital. Los arquitectos tienen que solucionar diferentes problemas al hacer maquetas de áreas urbanas: (1) el tamaño de la maqueta tiene que ser suficientemente pequeño para que la maqueta pueda ser fácilmente transportada y expuesta; (2) por otro lado, el modelo necesita ser muy preciso y suficientemente grande para que los edificios puedan ser identificados; (3) dependiendo del tiempo que se espera que la maqueta dure, hay que elegir materiales suficientemente durables y fáciles de mantener. Al largo del año 2008 el Laboratorio de Automación y Prototipado para Arquitectura y Construcción (LAPAC) recibió una encomienda para desarrollar una maqueta del campus de la Universidad Estadual de Campinas. El modelo tenía diferentes objetivos: sería un instrumento de planeamiento para la alcaldía del campus, permitiendo su visualización; al mismo tiempo, sería un instrumento de comunicación con el público que utiliza el campus, como los alumnos, profesores y empleados. El proceso de producción del modelo estuvo dividido en diversas etapas, empezando por el dibujo de las curvas de nivel y el modelado geométrico de los edificios del campus. Las técnicas de corta a láser y de sinterización selectiva a láser fueron utilizadas para producir el terreno y los edificios. Como resultado, se

produjo una maqueta que no podría haber sido producida a mano, con gran nivel de detalle. El resultado de esta investigación demuestra que los procesos de prototipado rápido son muy adecuados a la producción de maquetas urbanas.

ABSTRACT

The objective of the present paper is to present a case study about the production of scale models of large urban areas with the use of digital prototyping technologies. Architects face several difficulties when making scale models of a large areas: (1) the size of the model needs to be sufficiently small so the final product is not too big for transporting and exhibiting; (2) on the other hand, the model also needs to be precise and big enough so the buildings can be identified; (3) depending on the expected life-span of the models, materials must be durable and easy to maintain. 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. The model had different purposes: it should be an instrument of city planning for the town hall, allowing the visualization of the campus; at the same time, it should be an instrument of communication for the people that use the campus, such as students, professors and staff. The process of production of the model was divided into several steps, starting with the drawing of the level curves the 3D modeling of the campus buildings. Laser-cutting and Selective Laser Sintering were used to produce the terrain and the buildings. As a result, it was possible to produce a scale model that could never have been developed by hand, with a high level of detail. Besides, the digital files produced will allow the production of new scale models. The products that resulted from this research demonstrate that rapid prototyping processes are extremely helpful to produce scale models of large urban areas.

1. 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.

2. Introdução

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

- (1) 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;
- (2) Escala: por outro lado, a escala precisa ser suficiente para que os edifícios possam apresentar um detalhamento que permita sua identificação;

- (3) **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.
- (4) **Estabilidade:** as partes da maquete precisam ser fixadas de maneira que possa resistir a impactos e ao manuseio dos usuários.
- (5) **Representação:** os materiais devem permitir a representação de cores indicativas das diferentes funções dos espaços.
- (6) **Precisão:** os materiais utilizados devem apresentar espessuras compatíveis para representar certos aspectos do modelo;
- (7) **Custo:** dependendo do uso que se pretende dar à maquete o custo do material deve ser proporcional ao ciclo de vida esperado.

3. Processo de produção

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.

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

- (1) **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 será utilizada. 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 0.5mm).

- (2) **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. Em uma segunda maquete confeccionada com os mesmos arquivos digitais, porém em outro material, utilizou-se a escala 1:2000 na horizontal e a 1:1000 na vertical.

- (3) **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. 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 dos contornos e risco também a laser dos elementos gráficos, como ruas e contorno dos edifícios, a fórmica recebeu pintura de caneta hidrocor para quadro branco, para ressaltar a cor dos grafismos feitos a laser.

(4) Modelagem dos edifícios

Após a realização de testes de impressão 3d e seleção da técnica de prototipagem rápida mais adequada para a produção dos modelos, os edifícios do campus foram modelados em software de CAD 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.

(5) Montagem da maquete

A montagem da maquete 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 a base de cianocrilato.

(6) Confeção de uma segunda maquete em diferentes materiais a partir dos arquivos já desenvolvidos

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

4. Materiais

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

- Uma máquina de corte a laser Universal Laser Systems X-660 de 60watts de potência e mesa de corte de 80x45cm.
- Uma impressora 3d 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 3D, 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 em termos de resolução e de durabilidade.

5. 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 2d e 3d (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.

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 3D 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.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura do Campus da UNICAMP, pela concessão da bolsa PAPI de [substituído], e à FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado de [substituído] e pelo financiamento dos equipamentos do LAPAC. Os autores também agradecem ao [substituído] 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.

7. Referências

- DUARTE, José, CELANI, G. PUPO, R. Inserting New Technologies in Undergraduate Architectural Curricula. ECAADE 2008.
- 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.