

## **IMPRESSÃO 3D DE UM ELEMENTO COMPLEXO DA ARQUITETURA DE PELOTAS: RELATO DE EXPERIÊNCIA**

**MONICA VEIGA<sup>1</sup>; PAMELA XAVIER<sup>2</sup>; JANICE DE FREITAS PIRES<sup>2</sup>; ADRIANE BORDA ALMEIDA<sup>3</sup>;**

<sup>1</sup>GEGRADi / FAURB / UFPel – *monika\_veiga@hotmail.com*

<sup>2</sup>GEGRADi / FAURB / UFPel – *pamelaqxavier@gmail.com*

<sup>2</sup>GEGRADi / FAURB / UFPel – *janicefpires@hotmail.com*

<sup>3</sup>GEGRADi / FAURB / UFPel – *adribord@hotmail.com*

### **1. INTRODUÇÃO**

O Projeto MODELA PELOTAS (BORDA et al, 2012) tem como objetivo adotar a arquitetura de interesse patrimonial da cidade de Pelotas como referencial para o aprendizado de representação gráfica digital. Com isto, os resultados do Projeto podem contribuir para estudos nas diferentes áreas do conhecimento, como arquitetura, turismo, história, geometria e principalmente contribuir para a documentação deste patrimônio. Um dos produtos específicos deste projeto é a sistematização de diversas técnicas de representação gráfica digital. Esta tem subsidiado o desenvolvimento de atividades didáticas em diferentes contextos de ensino de graduação, pós-graduação e extensão. Desta maneira, as atividades incluem a representação de elementos relativos ao patrimônio arquitetônico, os quais podem abarcar formas poliédricas, quádricas ou livres.

Atualmente o Projeto MODELA Pelotas inclui o desenvolvimento de modelos virtuais adequados para o emprego de técnicas de fabricação digital ou prototipagem utilizando-se de impressora 3D. Este trabalho relata o processo de modelagem e fabricação digital, em escala reduzida, de um artefato que configura uma das sacadas de um edifício do entorno da Praça Coronel Pedro Osório, no centro de Pelotas.

### **2. METODOLOGIA**

Este estudo envolveu quatro etapas:

2.1. Etapa de revisão dos conceitos e técnicas de fabricação digital. Apoiando-se especialmente em PUPO (2008), observou-se a existência de três tipos de técnicas de fabricação digital: subtrativo, formativo e aditivo. O método aditivo, que caracteriza a técnica disponível para a experimentação no âmbito deste trabalho, consiste em sobrepor camadas de material sucessivamente, até que o objeto tridimensional seja formado (VOLPATO, 2007).

2.2. Etapa de seleção do elemento do patrimônio arquitetônico. Os critérios de seleção do elemento a ser impresso fundamentaram-se em: tratar de uma geometria complexa que promovesse um processo avançado de apropriação das técnicas empregadas; da existência de um modelo digital junto ao acervo do Projeto MODELA Pelotas, para compreender as necessidades de ajustes nas técnicas de modelagem para impressão 3D.

Selecionou-se uma sacada com parapeito em ferro situada na fachada do casarão 2, na Praça Coronel Pedro Osório (figura 1, à esquerda). O parapeito é constituído por elementos curvos em ferro, conforme o modelo digital à direita da figura 1. Este parapeito possui formato curvo em sua parte central.



Figura 1: À esquerda, fotografia do Casarão 2, Praça Coronel Pedro Osório, Pelotas, RS; à direita, modelo digital da sacada localizada na fachada principal do casarão. Fonte: acervo do Projeto MODELA Pelotas

2.3. Etapa de experimentação. Esta etapa esteve caracterizada pela apropriação da técnica de fabricação digital e pela adequação das técnicas de modelagem para viabilizar o processo de impressão à ferramenta utilizada. Esta ferramenta, uma impressora 3D comercializada pelo fabricante Cliever Tecnologia (<http://loja.cliever.com.br/>) funciona pelo sistema aditivo através da deposição de material fundido (FDM) e disponibiliza uma área de impressão de 18x18x12cm. Estas características dimensionais configuram-se como limitação e exigem um planejamento específico para impressão de partes dos modelos, a partir de módulos para posteriormente comporem, por processos de encaixes ou colagem o modelo integral.

Quanto à compatibilidade do modelo original (do acervo do projeto MODELA Pelotas) para ser impresso, detectaram-se alguns problemas os quais determinaram a necessidade de remodelagem. O modelo original apresentou falhas no processo de impressão (figura 2, à esquerda), o que motivou a pensar-se em algumas hipóteses para essa ocorrência, tais como: desalinhamento de seus elementos, o uso de elementos geométricos importados de outro programa gráfico, ou até mesmo a dimensão da espessura de alguns de seus elementos. No entanto, tais hipóteses deverão ser ainda avaliadas. Para resolver este problema, o elemento foi todo remodelado, utilizando-se de técnicas de reflexão de elementos simétricos, as quais otimizam o processo de modelagem. No entanto, houve dificuldade de reconhecimento pelo software de tais técnicas. Este acusou um erro de leitura destes elementos, conforme ilustrado ao centro da figura 2, não os considerando na impressão. Foi necessário então, remodelá-los pela segunda vez sem o uso das técnicas de cópias, para obter-se o modelo impresso sem falhas ou erros, conforme ilustrado à direita desta mesma figura.

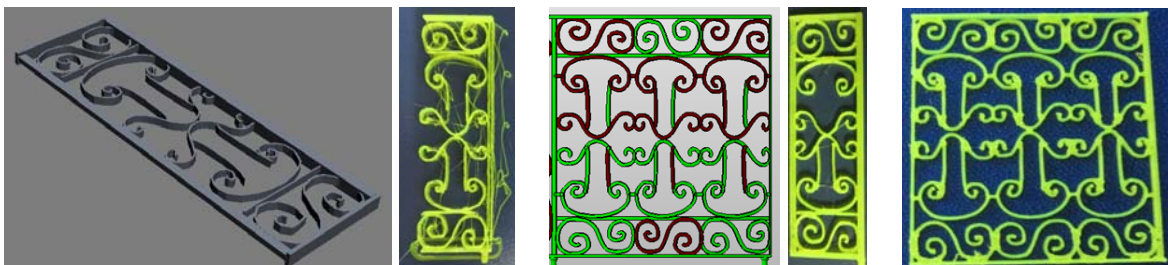


Figura 2. À esquerda modelo digital de uma das grades planas e a o modelo impresso com falhas; ao centro, os ferros não reconhecidos pelo software de impressão 3D; à direita, o resultado da impressão do modelo após a segunda remodelagem destes ferros.

Outra dificuldade encontrada no processo de impressão 3D foi para a obtenção do modelo da grade central (à esquerda da figura 3), por ser vazada e ter uma curvatura. Tais características demonstraram ser complexas de serem

executadas pelo software de impressão. Experimentou-se dispor a grade tanto na posição horizontal quanto vertical. Na primeira hipótese, o arquivo de impressão não pode ser gerado corretamente, impossibilitando o processo. Já na segunda, foram feitas mais duas tentativas: inicialmente utilizando o recurso de “material de suporte” oferecido pelo software de impressão, que consiste em gerar uma estrutura auxiliar (imagem central da figura 3) para que o modelo não se rompa durante o processo de fabricação, e em seguida sem esse recurso (imagem à direita da mesma figura). Todos os resultados, porém, apresentaram peças frágeis, borradas, ou às vezes nem aceitas pela máquina.



Figura 3. Modelo digital da grade central curva; impressão com o recurso de material de suporte; impressão sem este recurso.

Optou-se então, por imprimir a grade curva a partir de sua planificação. A estratégia adotada foi de utilizar o sistema aditivo (impressão 3D por FDM) associado a uma intervenção artesanal, da seguinte maneira: em papel paraná, foram feitos moldes de acordo com a curvatura correspondente ao feitiço da sacada a ser representada. As peças planas foram posicionadas e fixadas nestas formas, para que o material se tornasse maleável e se adequasse à curvatura do molde através da aplicação de ar quente.



Figura 4. Grades inicialmente planas, fabricadas por impressão 3D; ao centro, aplicação de ar quente a fim de curvar as referidas peças; por fim, a peça moldada.

As limitações da máquina empregada influenciaram desde a escala escolhida para ser trabalhada, passando por ajustes no modelo, o desmembramento por módulos, em função dos problemas ocorridos durante os experimentos de impressão. Foi necessário ainda utilizar técnicas artesanais para moldar parte do elemento. A figura 5 ilustra a grade inteira após a união das partes que foram impressas.



Figura 5. Grade fabricada por impressão 3D; maquete da sacada resultante.

2.4. Etapa de difusão. Nesta etapa teve-se a oportunidade de realizar uma exposição do modelo junto às atividades da Semana do Turismo, promovido pela Prefeitura Municipal de Pelotas, RS. Esta exposição se deu no interior do prédio



do Mercado Público, recentemente restaurado, permitindo difundir os modelos da arquitetura local, de interesse patrimonial, desenvolvidos no decorrer do projeto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas experimentações realizadas neste trabalho, a estratégia de combinação de técnicas de fabricação digital e artesanais adotadas foi necessária na produção de peças por prototipagem rápida, uma vez que não seria possível chegar ao resultado final se utilizando apenas do sistema aditivo.

A experimentação contribuiu para a ampliação da documentação arquitetônica sobre um mesmo edifício, anteriormente representado por técnicas digitais, tendo-se a oportunidade de expor este protótipo e o conjunto de representações sobre o mesmo patrimônio em um evento promovido pela Prefeitura de Pelotas, durante a Semana do Turismo. Desta maneira, atendendo a um dos propósitos do projeto Modela Pelotas que é o de promover a valorização do patrimônio representado, assim como promover o reconhecimento de tecnologias avançadas digitais de representação no âmbito do contexto social que este trabalho se insere.

Outro resultado atingido neste trabalho foi o reconhecimento dos limites das técnicas empregadas. Foi possível identificar uma lista de problemas que indicam os cuidados necessários para a modelagem que sirva também para a impressão 3D. Tais problemas configurando-se também como indicativos para modelos compatíveis com qualquer tecnologia de representação: desde a realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA), passando por modelos para imagens estáticas, animação e visualização em tempo real.

### 4. CONCLUSÕES

A partir das experimentações realizadas concluiu-se que as técnicas de modelagem para a prototipagem rápida possuem características distintas das técnicas voltadas essencialmente para aplicações em ambientes digitais. Na fabricação digital, deve-se levar em conta tanto as limitações da máquina a ser utilizada, quanto o método de modelagem, considerando-se que alguns processos de modelagem geométrica, tais como os experimentados nesse trabalho, poderão não ser reconhecidos pelos softwares de impressão.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDA, A.; PIRES, J. F.; GOMEZ, H.; ESCOBAR, A.; FÉLIX, N. Sistematização e disponibilização da produção de modelos tridimensionais digitais de patrimônio arquitetônico. In: **XVI SIGRADI** - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital: Forma(in)formação. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2012. v. 01. p. 321-324.

Cliever Tecnologia : <http://loja.cliever.com.br>

PUPO, R.T. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte . **PARC**, Campinas v.1,n.3, p.1-19, 2008. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~parc/vol1/n3/vol1-n3-pupo.pdf> acesso em outubro de 2013

VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.