

## TRATAMENTO DE NUVEM DE PONTOS PARA A IMPRESSÃO 3D: ENTRE O ESTADO DA ARTE E AS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS EM UM CONTEXTO ESPECÍFICO DE FORMAÇÃO DE ARQUITETURA

LÍVIA CAVA<sup>1</sup>; DIEGO SILVEIRA<sup>2</sup>; ADRIANE BORDA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFPEl – livycava@gmail.com

<sup>2</sup> Triangular Engenharia – diegossilveira@outlook.com

<sup>3</sup>UFPEl – adribord@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho discute sobre métodos disponíveis de tratamento para nuvem de pontos a fim de se obter como produto maquetes táteis com a impressão 3D, no caso específico de um edifício de interesse patrimonial local e nacional. Projetado para ser a residência da família do Conselheiro Francisco Antunes Maciel, em 1878, localizado no centro histórico, o Casarão 8 é uma construção com elementos ecléticos, de esquina, com recuo lateral e frontal, que formam acessos ajardinados. No interior, as salas possuem forros trabalhados em estuques com relevos feitos a mão por artesãos portugueses, segundo GUTIERREZ (2004) e CHEVALLIER (2002).

Todo o processo de escaneamento resultou na aquisição de um modelo digital tridimensional preciso do patrimônio e só foi possível pela oportunidade de parceria com um empresário pelotense, proprietário do equipamento *Laser Scanning*, para uma ação formativa, envolvendo a graduação, a pós-graduação e a extensão, canalizada para gerar esta documentação como legado cultural.

De acordo com GROETELAARS E AMORIM (2011) a tecnologia do *3D Laser Scanning* consiste em um dispositivo que por meio de varreduras com feixes de raios laser e fotografias, permite a obtenção de uma nuvem de pontos. Esse modelo geométrico é formado por milhares de pontos organizados dentro de um sistema de coordenadas cartesianas (x, y e z) e podem possuir um ou mais atributos associados, como a distância do ponto a um dado referencial, componentes RGB, ou outras propriedades de interesse. Essa é a representação mais simples obtida diretamente pelo scanner, e para impressão 3D, é necessária a conversão desse modelo básico para um mais complexo como superfície ou sólido.

O estudo faz parte do projeto “Museu do Conhecimento para Todos” (PROEXT/2016/UFPEl), desenvolvido no âmbito da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl), que tem como objetivo a produção de modelos táteis para acessibilidade a informação a deficientes visuais sobre a edificação casa-museu. Segundo JOHNSON ET AL (2013, p.10, apud ASANOWICZ 2015, tradução nossa) “A tecnologia pode ajudar a aumentar a acessibilidade ao quebrar barreiras. A tecnologia tátil, por exemplo, permite que pessoas cegas ou com baixa visão toquem objetos 3D virtuais.”<sup>1</sup>. ASANOWICZ (2015) ainda ressalta a importância do escaneamento 3D para produção de maquetes táteis, uma vez que o produto da nuvem de pontos fornece dados de alta precisão e resolução. A digitalização associada à prototipagem rápida oferece uma solução prática para reprodução e réplica de modelos táteis mais complexos em diferentes escalas,

---

<sup>1</sup> "Technology can aid in increasing accessibility by breaking down barriers. Haptic technology, for example, enables blind and partially sighted individuals to touch virtual 3D objects". (JOHNSON ET AL 2013, p.10, apud ASANOWICZ, 2015)

podendo produzir múltiplas cópias idênticas em um curto período de tempo, se comparado a técnicas tradicionais.

## 2. METODOLOGIA

Para o processo de investigação e formação do método de tratamento de transformação de nuvem de pontos em malha, o estudo apoiou-se inicialmente em GROETELAARS E AMORIM (2011). O estudo foi desenvolvido através das seguintes etapas:

### 2.1. Aquisição da nuvem de pontos por escaneamento 3D e pré-processamento:

Para criação da nuvem completa final, o equipamento (*Faro Focus X330*) foi posicionado em diversas estações, tanto na parte interna como externa do local, garantindo a obtenção um produto preciso, ao criar pontos de sobreposição. O resultado consiste em mais de 2 milhões e 700 mil pontos que representam com exatidão a arquitetura do casarão. Na fase de pré-processamento, as diversas cenas criadas em diferentes estações foram importadas em formato *fls* e alinhadas em um único sistema de coordenadas dentro do programa *Autodesk Recap<sup>2</sup>* (versão educacional). Também foram removidos “ruídos”, que são interferências ocasionais que ocorrem em superfícies com feições afiadas e objetos fora da área de interesse.



Figura 01: Processo de escaneamento e equipamento utilizado para obtenção da nuvem de pontos. Fonte: Autores

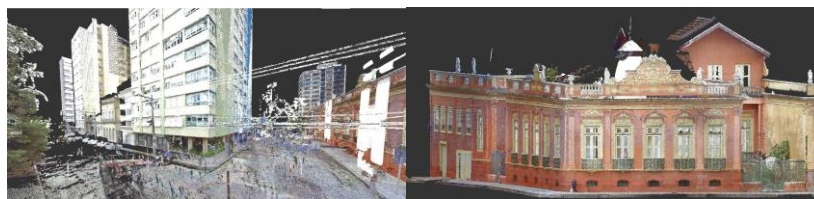


Figura 02: Fase de pré-processamento, antes e depois da remoção de ruídos e objetos fora da área de interesse. Fonte: Autores

### 2.2. Tratamento da nuvem de pontos pós escaneamento:

Com a nuvem de pontos em um arquivo único, se inicia então a fase de segmentação, onde os objetos relevantes à produção são separados. Usando a ferramenta *limit box*, dentro do programa *Autodesk Recap*, é possível isolar parcialmente pontos de interesse para transformação em malha tridimensional. Nesse caso, optou-se por trabalhar somente com os estuques.

<sup>2</sup> <https://www.autodesk.com/products/recap/overview>

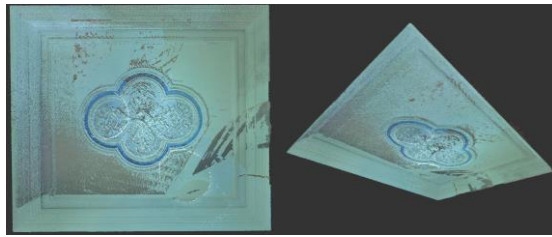


Figura 03: Estuque do quarto do menino isolado para conversão em malha tridimensional. Fonte: Autores

Para esse estudo foram testados três *softwares* que convertem a nuvem de pontos em superfície: o próprio *Autodesk Recap*, o *MeshLab*<sup>3</sup> e o *3DReshaper*<sup>4</sup>. Ao utilizar o próprio *Autodesk Recap* para gerar uma superfície, é necessário possuir uma conta no site da própria *Autodesk* (podendo essa ser estudantil) e certificar que o arquivo de escaneamento se encontra na versão *fls*, também chamado de nuvem estruturada. O processo é simples, os pontos são publicados em uma nuvem da *Autodesk* e é então disponibilizado o formato de malha para download.

Ao converter a nuvem utilizando o programa *Meshlab* (*software* livre), é necessário primeiramente exportar o arquivo em formato *pts* do programa *Autodesk Recap*, importar para o *software Cloud Compare*<sup>5</sup> (*software* livre), e exportar novamente em formato *ply* para então importar no próprio *Meshlab*, que infelizmente não possui compatibilidade direta com o arquivo gerado pelo *software* da *Autodesk*. Para o processo de transformação de pontos em malha, é preciso usar um filtro que calcula as normais do conjunto de pontos, e logo após o filtro de reconstrução de superfícies *Poisson* e então com filtro de seleção, apagar as arestas que ficaram salientes.

E por fim, foi feita a transformação da nuvem para malha tridimensional pelo programa pago *3DReshaper*. Em um processo de duas etapas, o programa cria uma superfície a partir dos pontos, com parâmetros definidos de forma automática ou manual, podendo criar uma malha mais complexa ou mais simples.



Figura 04: Estuque do quarto do menino convertido em malha, imagem comparativa entre os *softwares Autodesk Recap, Meshlab* e *3DReshaper*, respectivamente. Fonte: Autores

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *software Meshlab*, apesar da vantagem de ser um *software* livre, foi o mais difícil de ser trabalhado, por ter limitações tanto na importação de arquivos no formato de nuvem de pontos, quanto ao gerar a malha tridimensional, pois não

<sup>3</sup> <http://www.meshlab.net/>

<sup>4</sup> <https://www.3dreshaper.com/en/>

<sup>5</sup> <http://www.danielgm.net/cc/>

identificou-se a possibilidade de controlar os parâmetros para regular o número de triangulações, o que acaba deixando o arquivo final pesado.

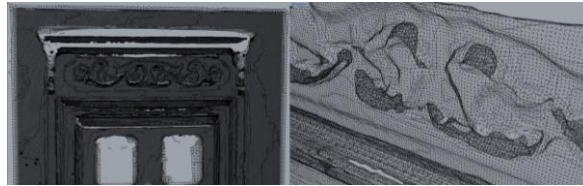


Figura 05: Malha tridimensional gerada pelo programa *Meshlab*. Fonte: Autores

Para impressão 3D dos estuques que estão expostos no Casarão 8, o *software* usado foi o *3DReshaper*. Este acabou sendo considerado, neste contexto, o método mais simplificado de transformação, além de gerar uma superfície a partir dos pontos, ainda permite que se façam modificações, adições e subtrações da malha criada.



Figura 06: Estuque do quarto da menina impresso a partir da malha gerada pelo *3DReshaper*. Fonte: Autores

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo realizado discutiu e comparou três métodos de transformação de um formato simples de representação como a nuvem de pontos em uma forma mais complexa, como um sólido ou uma superfície com a finalidade para impressão 3D. Apesar do avanço obtido neste trabalho quanto a melhor forma de transformar a nuvem de pontos para geometria, o processo de investigação para melhor representação da documentação arquitetônica ainda está em desenvolvimento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUTIERREZ, Ester J. B. Barro e Sangue: mão-de-obra, arquitetura e urbanismo em pelotas [1777-1888]; Pelotas: Editora Universitária, UFPEL, 2004.

CHEVALLIER, Ceres. Vida e Obra de José Isella: Arquitetura em Pelotas na Segunda Metade do Século XIX. Livraria Mundial, 2002.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. SIGRADI 2011

ASANOWICZ, A. Museum 2.0 – Implementation of 3D Digital tools. eCAADe 2015 Real Time – Extending the Reach of Computation. Volume 1, p709