

GERAÇÃO DE MODELOS 3D DE OBJETOS: COMPARAÇÃO ENTRE FOTOGRAMETRIA E O SENSOR LIDAR DO TABLET IPAD PRO.

Guilherme Braghirolli¹, Maria Carolina Soares², Francisco Henrique de Oliveira³

¹IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina, guilherme.braghirolli@ifsc.edu.br; ²UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, mariacarol.soares@gmail.com; ³UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, chico.udesc@gmail.com

RESUMO

O artigo compara duas técnicas de geração de modelos tridimensionais a partir de métodos distintos: 1. processo de fotogrametria com apoio da câmera principal do aparelho celular Samsung S10e e programa *Agisoft Metashape*; 2. Escaneamento a laser com o sensor LiDAR inserido no tablet Ipad Pro. O objetivo principal da pesquisa foi a comparação das técnicas utilizadas para a obtenção dos dados, do processamento, bem como da qualidade do resultado obtido nos dois casos. Foi entendido que a aplicação LiDAR do Ipad Pro possui maior facilidade na geração e tratamento do dado, enquanto o processo fotogramétrico tem mais possibilidade de execução pelo menor custo dos equipamentos e existência de programas gratuitos de modelagem tridimensional.

Palavras-chave — Fotogrametria, Sensor LiDAR, Modelo Tridimensional, Dados Espaciais.

ABSTRACT

The article compares two different techniques of three-dimensional model generation using different methods: 1. photogrammetry process supported by the main camera of the Samsung S10e cell phone in association with the software Agisoft Metashape; 2. Laser Scanning with LiDAR sensor from the Ipad Pro tablet. The main objective of the research was to compare the techniques used to obtain the data, the processing, as well as the quality of the result obtained in both cases. It was understood that the LiDAR application of the Ipad Pro has greater ease in generating and processing the data, while the photogrammetric process has more possibility of execution due to the lower cost of equipment and the existence of free three-dimensional modeling programs.

Keywords — Photogrammetry, LiDAR Sensor, Three-Dimensional Model, Spatial Data.

1. INTRODUÇÃO

O artigo apresenta a geração de modelos tridimensionais a partir de dois sensores acoplados em aparelhos distintos - a câmera principal do aparelho celular Samsung S10e e o sensor Lidar (*Light Detection And Ranging* ou detecção e localização por luz, em tradução livre) do tablet Ipad Pro - sendo o objetivo principal da pesquisa a comparação das técnicas utilizadas para a obtenção dos dados, do processamento, bem como da qualidade do resultado final nos dois casos.

No caso dos equipamentos utilizados ambos possuem ampla portabilidade, não sendo esse um fator considerado de grande discrepância entre eles. Contudo, a tecnologia empregada na câmera do S10e e no sensor LiDAR do IPAD Pro e o fluxo de processamento são bastante distintos e serão descritos no desenvolvimento das análises.

O sensor LiDAR é uma tecnologia conhecida e utilizada para a obtenção de dados remotos em aplicações variadas, contudo ainda é de alto custo e requer um conhecimento técnico tanto para obtenção dos dados em campo quanto posteriormente para o processamento. O diferencial apresentado nesse artigo é a utilização do LiDAR em um equipamento de fácil operabilidade seja na captação do dado ou na geração do modelo tridimensional.

O sistema LiDAR utilizado no Ipad Pro também pode ser chamado de Flash LiDAR e funciona emitindo uma grade de pontos que detectam os objetos em sua frente em vez de escanear ponto a ponto o ambiente como acontece em um tradicional equipamento LiDAR rotatório[2].

Ressalta-se ainda a carência de trabalhos acadêmicos e pesquisas considerando o uso da tecnologia LiDAR disponibilizada no Ipad Pro e outros modelos de celulares marca Apple a partir de 2020, tanto para a aplicação isolada quanto comparativa com outros equipamentos e técnicas.

Como comparativo para aplicação de fotogrametria, visando a simplificação na captura de imagens com manutenção de qualidade no dado, foi escolhido um aparelho smartphone ao invés de uma câmera fotográfica profissional, que no geral à medida que possuem maior tecnologia, são mais volumosas e carecem de maior técnica para que se obtenham bons resultados.

Acerca do processamento dos dados tridimensionais, a disseminação deste tipo de aplicação vêm promovendo o desenvolvimento dos programas de tratamentos desses dados. Nota-se assim, uma popularização do uso de modelos tridimensionais para áreas diversas como: acompanhamento de obras, restauração de patrimônio histórico, imageamento espeleológico, elaboração de objetos e embalagens, entre outras possibilidades.

Para o caso do presente estudo, a utilização de equipamentos de menor porte (*tablet* e *smartphone*) condicionou também as medidas dos objetos cujas superfícies foram imageadas. Assim o levantamento considerou uma estrutura que possibilitasse o processo de captação de imagens de todos os ângulos e com a qualidade necessária no posicionamento do sensor, evitando que ocorressem ângulos inacessíveis e consequente falta de sobreposição no resultado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O objeto levantado foi uma pequena edificação com aproximadamente 1,6 m de altura e 1,2 m de largura em ambos os lados. Essa estrutura foi encontrada no campo de testes do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina), Câmpus Florianópolis, sendo um local com protótipos feitos pelos alunos do curso técnico de Edificações.

Após a escolha do objeto de estudo, o primeiro método a ser aplicado foi o método fotogramétrico. Para a captação de imagens foi utilizada a câmera principal do aparelho celular Samsung S10e.

Para a geração do modelo na escala correta, foi necessária a instalação de pontos de controle ao longo do objeto. Os alvos para instalação dos pontos de controle são fornecidos pelo software de processamento, podendo ser impressos de tamanhos e quantidades variadas, de acordo com as dimensões do objeto a ser levantado. Para o objeto deste artigo foram impressos 6 alvos por folha com cerca de 7 cm de diâmetro cada. No levantamento realizado foram utilizados 18 alvos espalhados ao longo do objeto. Após a fixação dos alvos na estrutura, foram executadas 8 medições com uma trena, referentes a distância em linha reta entre alvos instalados em um mesmo plano. Essas distâncias foram utilizadas posteriormente no processamento para que o objeto fosse dimensionado corretamente.

Ao todo foram obtidas 67 fotografias (Figura 1) do objeto levantado, sendo que 56 destas foram tomadas em um padrão circular ao redor do objeto, em 2 distâncias diferentes, a primeira mais distante (aproximadamente 5 m), enquadrando a edificação inteira em todas as fotos e a segunda mais próxima (aproximadamente 1,5 m), detalhando o madeiramento do telhado. As 11 fotos restantes foram obtidas de forma mais próxima com a finalidade de demonstrar detalhes específicos da parte interna da estrutura.

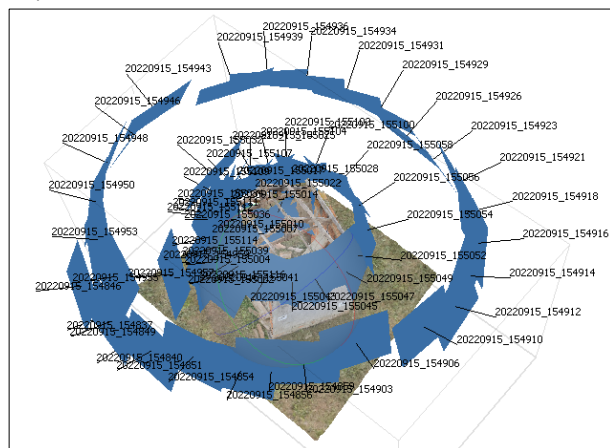


Figura 1 - Padrão de tomada das imagens, onde cada retângulo azul representa uma fotografia. Fonte: Os autores.

A quantidade de fotografias garantiu que todas as partes da edificação pudessem ser imageadas com uma superabundância de sobreposição sem que houvesse a necessidade de um cálculo preliminar da sobreposição para

guiar o processo de obtenção das imagens. Seria possível também realizar esse tipo de levantamento através da obtenção de um vídeo, em vez das fotografias. Dessa forma, no processamento, seria possível determinar a quantidade de quadros do vídeo a serem utilizados para o processo, e assim se pode determinar em escritório se uma sobreposição maior é necessária ou se é possível utilizar menos quadros para otimizar o tempo de processamento, a desvantagem é que, utilizando vídeo a resolução geralmente é menor do que com fotografias.

O processo de fixação dos alvos, medição das distâncias de controle e tomada das fotografias levou em torno de 30 minutos. Após essa etapa foi necessário o processamento destes dados. Para tanto foi utilizado o software Agisoft Metashape 1.5.0 em um computador Avell A70MOB com processador i7 de 11ª Geração, 64Gb de RAM e Placa de Vídeo Nvidia RTX 3050. O processamento foi realizado no nível de qualidade *High* (alto) e demorou, no total, 35 minutos para realizar todos os processos, desde o alinhamento das imagens, geração da nuvem densa, inserção das distâncias de controle, até a obtenção do modelo tridimensional (*mesh*).

Para fins de comparação dos resultados, o mesmo objeto foi levantado com o sensor lidar do tablet Ipad Pro M1. O sensor gera uma nuvem de pontos medidos de forma direta pelo LiDAR. Além disso, o software também utiliza a câmera do tablet para ajudar na geração do modelo tridimensional e para definir a coloração da nuvem de pontos gerada. Para o levantamento e processamento dos dados foi utilizado o aplicativo Polycam (Figura 2) que grava os dados obtidos e mostra, em tempo real, quais partes do objeto foram levantadas e quais ainda necessitam do escaneamento mais detalhado.



Figura 2 - Aplicativo Polycam em funcionamento durante o levantamento do objeto. Fonte: Os autores.

O levantamento com o sensor LiDAR durou em torno de 5 minutos e o processamento aproximadamente 3 minutos. Após esse estágio, foi obtido o modelo em verdadeira grandeza do objeto não sendo necessária a instalação de alvos nem medição de distâncias ou pontos de controle no objeto medido. Isso acontece por que o referencial para esta determinação se dá através da medição, em metros, da

distância existente entre o *tablet* e o objeto, fazendo com que o objeto seja gerado digitalmente em sua dimensão real.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de comparação, os resultados obtidos serão demonstrados nas seções seguintes, separadas pela forma de obtenção dos dados.

3.1. Fotogrametria

O modelo tridimensional gerado por fotogrametria levou em torno de 65 minutos para ser produzido, considerando a instalação e medição dos pontos de controle, a obtenção das imagens e o processamento realizado até a etapa da obtenção do modelo tridimensional. A nuvem de pontos densa possui aproximadamente 12,2 milhões de pontos colorizados.

Neste tipo de levantamento, como a estrutura imageada é extremamente irregular e com detalhes em diferentes distâncias a partir do sensor, o próprio operador deve julgar a quantidade de imagens necessárias para que determinada feição seja modelada corretamente, considerando que para que isso ocorra, o mesmo ponto deve ser imageado no mínimo 3 vezes para que o software consiga encontrar correlações entre diferentes imagens.

Os alvos dispostos ao longo do objeto foram utilizados como referência para algumas medições de distâncias que serviram para que o modelo tridimensional fosse ajustado para as dimensões corretas. A Figura 3 demonstra todos os alvos utilizados e também as medições realizadas em campo com o uso de uma trena de bolso. A identificação dos alvos é feita de forma automática pelo software, a única entrada manual necessária nessa etapa foi a inserção das distâncias medidas.

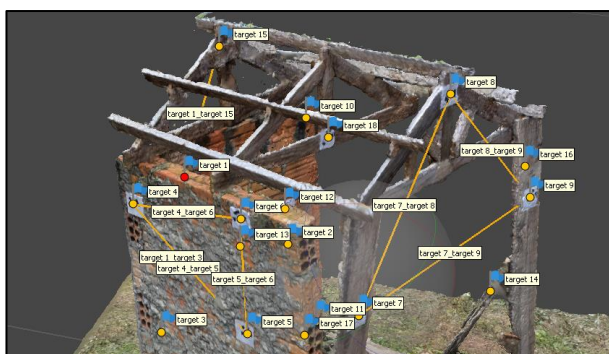


Figura 3 - Demonstração dos 18 pontos de controle utilizados e das medições realizadas com trena em campo (linhas amarelas). Fonte: Os autores.

Para a checagem dimensional do objeto foram realizadas 6 medições com trena de feições aleatórias ao longo de todo o objeto, como comprimento e largura de tijolos da parede e comprimento e largura de peças específicas de madeira. A diferença encontradas entre as distâncias medidas em campo e as distâncias medidas no modelo tridimensional variaram entre 0,5 cm em feições menores e 2,8 cm em feições maiores. Além disso, o modelo tridimensional gerado

apresentou pequenas inconsistências que não condizem com o objeto real (Figura 4), como descontinuidades de peças de madeira e buracos em algumas superfícies, que podem ter acontecido por falha no processamento ou falta de sobreposição adequada.



Figura 4 - Inconsistências existentes no modelo tridimensional gerado por fotogrametria. Fonte: Os autores.

A Figura 5 mostra o modelo tridimensional gerado por fotogrametria. Este modelo foi hospedado em uma plataforma de visualização de objetos 3D chamada Sketchfab para que seja possível a visualização e interação de forma tridimensional. O modelo pode ser acessado e baixado gratuitamente através do seguinte link: <https://skfb.ly/ozCUw>.



Figura 5 - Modelo tridimensional gerado a partir de Fotogrametria. Fonte: Os autores.

3.2. Sensor LiDAR

O modelo tridimensional gerado pelo sensor Lidar levou em torno de 8 minutos para ser produzido, considerando a obtenção dos dados e o processamento do resultado final até a etapa da obtenção do modelo tridimensional. A nuvem de pontos densa possui aproximadamente 3,5 milhões de pontos colorizados.

No caso da utilização do sensor Lidar, para a obtenção do modelo tridimensional em verdadeira grandeza não é necessária a medição de pontos de controle pois o LiDAR fornece as distâncias e, portanto, as coordenadas em verdadeira grandeza.

Para a checagem dimensional do objeto foram realizadas 6 medições com trena de feições aleatórias ao longo de todo o objeto, como comprimento e largura de tijolos da parede e comprimento e largura de peças específicas de madeira. As diferenças encontradas entre as distâncias medidas em campo e as distâncias medidas no modelo tridimensional variaram

entre 0,4 cm em feições menores e 3,2 cm em feições maiores. O modelo tridimensional gerado pelo sensor Lidar apresentou pequenas inconsistências que não condizem com o objeto real (Figura 6), como aumento de espessura na parte inferior de peças de madeira e ondulações não existentes em peças planas, que podem ter ocorrido por falta de sobreposição ou devido a alguma simplificação existente no processamento dos dados.



Figura 6 - Inconsistências existentes no modelo tridimensional gerado pelo sensor Lidar. Fonte: Os autores.

A Figura 7 mostra o modelo tridimensional final gerado pelo sensor Lidar. Este modelo foi hospedado em uma plataforma de visualização de objetos 3D chamada Sketchfab para que seja possível a visualização e interação de forma tridimensional. O modelo pode ser acessado e baixado gratuitamente através do seguinte link: <https://skfb.ly/ozCU8>.



Figura 7 - Modelo tridimensional gerado a partir do sensor Lidar. Fonte: Os autores.

5. CONCLUSÕES

Acerca da qualidade dos modelos gerados, os dois processos obtiveram resultados aceitáveis, sendo que o modelo gerado pelo sensor Lidar possui, visualmente, erros de menor significância quando comparado ao objeto real.

A respeito do planejamento de campo, para o processo fotogramétrico foi necessária a geração, o planejamento da localização dos pontos de controle e a medição desses com auxílio de trena. Na aplicação do LiDAR pelas características da tecnologia, esse planejamento e controle com os alvos impressos não se faz necessário;

Quanto a obtenção das imagens, na captação a partir do *smartphone* foi importante uma organização por parte do

operador para garantir que toda a superfície da estrutura fosse imageada e com sobreposição suficiente das fotografias.

Assim, o posicionamento e a rotação, além da altura do operador em relação ao objeto, foram pontos de atenção durante o levantamento, sendo que sempre existe o risco de alguma desatenção do operador levar a uma falha no objeto final por falta de cobertura imageada. Para o LiDAR, o aplicativo que possibilita a obtenção de dados no Ipad, informa, em tempo real, as partes já escaneadas e aquelas que ainda necessitam passar pelo sensor, assim o processo se torna mais facilitado e menos passível de falhas na geração do modelo tridimensional.

Na utilização da fotogrametria, foi realizado o processamento no software Agisoft Metashape, com inserção manual dos dados a cada etapa. No caso do LiDAR, o aplicativo que possibilita a captação do dado é o mesmo que realiza o tratamento, resultando em um modelo tridimensional de forma automatizada e bastante rápida.

Assim, a pesquisa mostrou que em relação à tempo e praticidade, o sensor LiDAR ofereceu melhores resultados porém em relação ao custo de obtenção do modelo, o processo fotogramétrico se mostra mais promissor haja vista a utilização de um equipamento popular (*smartphone*) e a existência de alternativas para o processamento gratuito, como por exemplo o software VisualSFM.

Contudo, o objetivo do presente trabalho não foi o de elencar qual o melhor processo mas sim comparar como se comportariam os diferentes métodos em um mesmo objeto de estudo. Conclui-se que os dois métodos testados geraram modelos tridimensionais confiáveis e passíveis de execução, considerando as ressalvas mencionadas na apresentação das conclusões.

Salienta-se que para demais cenários os resultados podem ser diferentes dos aqui descritos e que, são recomendados outros testes e aprofundamento no uso das tecnologias estudadas.

Os resultados presentes neste artigo foram desenvolvido para ensino na disciplina de Introdução à Fotogrametria do Curso Técnico de Geoprocessamento do IFSC de Florianópolis. Desta forma agradecemos à instituição ao ceder a estrutura e o tempo necessário para o desenvolvimento desta pesquisa e agradecemos também ao Laboratório de Geoprocessamento da UDESC de Florianópolis por ceder o tablet Ipad Pro para a realização dos testes citados.

8. REFERÊNCIAS

- [1]Cordeiro, Joe Wallace. **Design estrutural de embalagens: uso de fotogrametria digital por meio de smartphones para obtenção de modelos 3D de baixo custo**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229146>. Acesso em 22 de setembro de 2022.
- [2] Ouster. **Why Apple Chose Digital Lidar**. Disponível em: <https://ouster.com/blog/why-apple-chose-digital-lidar/> Acesso em 18 de dezembro de 2022.