

Comparação dos resultados de interpoladores “Vizinho mais próximo” e “Inverso de uma distância” no cálculo de volume a partir de dados do laser scanner

Mosar Faria Botelho¹
Claudionor Ribeiro da Silva²
Emerson Roberto Schoeninger³
Jorge Antonio Silva Centeno⁴

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – mfbotelho@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Paraná – UFPR – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – ribeirocs@pop.com.br

³ Universidade Federal do Paraná – UFPR – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – emer@ufpr.br

⁴ Universidade Federal do Paraná – UFPR – Departamento de Geomática – centeno@ufpr.br

RESUMO

O objetivo deste estudo está em comparar dois métodos de interpolação (“vizinho mais próximo” e “inverso de uma distância”), no cálculo do volume de uma edificação. Esses métodos de interpolação são utilizados para o refinamento dos dados altimétricos, oriundos do laser scanner, gerando o modelo digital de elevação (MDE). A partir desse MDE gerado e dos dados originais, realiza-se uma operação aritmética para a obtenção da altura do objeto, e conseqüentemente, a obtenção de seu volume. Para efeito de comparação, foram utilizados os dados altimétricos do laser e os dados de um levantamento topográfico. Sendo os dados desse último utilizados como referencial na comparação dos volumes, encontrados em ambos os métodos. O trabalho justifica-se por tratar da manipulação de dados de uma tecnologia recente (laser scanner). Esse estudo, em seus resultados, demonstra uma significativa diferença na aplicação destes interpoladores (“vizinho mais próximo” e “inverso de uma distância”), para o cálculo de volume. O interpolador “vizinho mais próximo” mostra-se mais acurado que o “inverso de uma distância”.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Laser Scanner, Interpolador.

Comparison of results of interposes “nearest neighbor e inverse distance” in the calculation of volume with given of the laser scanner

ABSTRACT

The objective of this study is in comparing two interpolation methods ("Nearest Neighbor" and "Inverse Distance to a Power"), in the calculation of the volume of a construction. Those interpolation methods are used for the refinement of data laser scanner, generating the digital model of elevation (MDE). to leave of that generated MDE and of the original data, takes place an arithmetic operation for the obtaining of the height object, and consequently, obtaining of its volume. For comparison, the data laser scanner and the data of a topographical rising were used. Being the data of that last one used as referencial in the comparison of the volumes, found in both methods. The work is justified for manipulation of data of a recent technology (laser scanner). That study, in results, demonstrates a significant difference in the application of these interpoladores ("Nearest Neighbor" and "Inverse Distance to a Power"), for the volume calculation. The "Nearest Neighbor" interpolater is shown more acurado than the "Inverse Distance to a Power".

Keywords: Remote Sensing, Laser Scanner, Interpolator.

1. INTRODUÇÃO

O laser scanner é um método que envolve a emissão de um pulso eletromagnético em direção a superfície tendo como produto as coordenadas plano-altimétricas e a intensidade do feixe refletido pelo objeto atingido. Esta tecnologia surge de maneira interessante para a extração de informações dos objetos da superfície do solo, como a intensidade e a altitude.

Com os dados derivados do laser scanner é possível construir o modelo digital de elevação (MDE), obtendo-se as alturas das edificações presentes na região imageada, que a partir de cálculos obtém-se o volume dos objetos. Essas variáveis derivadas do laser scanner (altura e volume), podem ser utilizadas para auxiliar no processo de segmentação de imagens digitais. O MDE é constituído por uma grade regular ou irregular, gerada a partir de algoritmos de interpolação.

No intuito de melhorar a qualidade na apuração de dados altimétricos, o objetivo deste estudo está em avaliar o melhor interpolador que refinará os dados altimétricos do laser scanner, ou seja, identificar o interpolador que fornece resultado mais próximo daquele calculado pelo processo topográfico.

2. REVISÃO LITERÁRIA

Para um melhor entendimento deste estudo serão abordados, nas próximas seções, os conceitos de laser scanner e interpoladores.

2.1. Laser Scanner

De acordo com Centeno (2003), o laser scanner é um sistema ativo usado para medir a distância entre o sensor e a superfície dos objetos. Seu funcionamento baseia-se na utilização de um feixe de laser que é disparado em direção aos objetos, refletido por eles e novamente captados pelo sistema. A partir do sinal de retorno e o tempo decorrido entre a emissão e o registro do retorno, informações como a distância entre o sensor e o objeto podem ser calculadas, assim como a intensidade da reflectância dos objetos podem ser captadas.

De acordo Masaharu e Hasegawa (2000), um método eficiente para extrair dados de prédios de alta elevação, obtidos por um laser scanner, é aplicando o método de segmentação de regiões. A idéia básica é que cada prédio tem uma altura diferente do vizinho. Entretanto pode-se distinguir cada prédio segmentando o MDE, com a condição de que um “pixel”, com diferença de altura, comparado com seu vizinho, pertença a mesma região se estiverem dentro de uma área pré-determinada. O estudo constatou alguns problemas como: os objetos extraídos não são apenas prédios ou outros objetos diferentes mas por exemplo árvores, também são incluídos. O estudo, apesar do problema mencionado aponta que a segmentação dos dados do laser scanner é um bom método para gerar modelo de imagem em 3D, no sentido que o método pode gerá-la através de um processo automático.

2.3. Interpoladores

Os interpoladores, como o próprio nome sugere, têm por função, atribuir valores a novos pontos inseridos num campo de valores já existente. O produto da interpolação gera uma malha contínua, regular ou irregular, com valores interpolados nas novas posições criadas pela malha (Surfer, 1999).

Existem vários métodos de interpolação que podem ser utilizados para auxiliar no refinamento de dados coletados em campo, possibilitando a geração do MDE, como “vizinho mais próximo”, “vizinho natural”, “inverso de uma distância”, “Kriging”, “curvatura mínima”, “regressão poligonal” etc. Souza (2002) afirma que o algoritmo “inverso de uma

distância” é o que melhor representa a superfície do solo para a geração do modelo digital do terreno (MDT), uma vez que ele possui a característica de suavizar a superfície em estudo. De acordo com Franke (1982), o algoritmo de “vizinho mais próximo” é o método mais simples, tem como principal característica, assegurar que o valor interpolado seja um dos valores originais, ou seja, não gera novos valores. O produto final deste interpolador é caracterizado por um efeito de degrau.

3. MATERIAL E MÉTODO

O material utilizado neste trabalho será descrito nas próximas seções.

3.1. Material

3.1.1. Área de estudo

Foi selecionado o prédio do Laboratório de Meteorologia da Universidade Federal do Paraná, no campus do Centro Politécnico, no bairro Jardim das Américas, devido estar bem definido na imagem altimétrica (**Figura 1**), derivada dos dados laser scanner e por ser uma construção com geometrias bem definidas para o cálculo do volume através do método topográfico.



Figura 1 – Prédio do Laboratório de Meteorologia

3.1.2. Dados do laser scanner

O levantamento laser scanner da região, foi realizado com o sistema OPTECH / INS GPS APPLANIX, pertencente ao Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC - UFPR). O sistema de referência de coordenadas, utilizado para o rastreamento foi o WGS84 (World Geodetic System, 1984).

3.2. Método

Os passos realizados para a execução desta metodologia serão descritos nas próximas seções.

3.2.1 Interpoladores

Para este estudo serão utilizados: o algoritmo do “vizinho mais próximo” devido sua simplicidade e por assegurar que o valor interpolado seja um dos valores originais, e o “inverso de uma distância” devido este ser considerado um dos melhores interpoladores para um MDT.

3.2.2. Geração do Modelo Digital de Superfície Normalizado (MDSN)

Utilizando os dados altimétricos disponíveis pelo laser são geradas, através do programa SURFER, por meio dos métodos de interpolação “inversa da distância” e “vizinho mais próximo”, duas grades altimétricas regulares de 0.4m. Após a geração destas grades buscou-se no momento seguinte obter apenas a altura da edificação em estudo, objetivando posteriormente o cálculo do volume desse objeto. Portanto fez-se necessários os seguintes passos, em ambas as grades:

1. Inicialmente, são coletados pontos (aproximadamente 250 pontos), a partir da grade regular original. Pontos representativos que modelem a superfície do solo, desprezando assim as elevações das edificações, árvores, etc.
2. De posse deste conjunto de pontos, que descrevem a superfície do solo, é gerada uma segunda grade desses pontos.
3. Finalmente, em um terceiro momento, é realizada a subtração das grades. Esta operação resulta em uma terceira grade com apenas a altura dos objetos em relação ao solo, contidos na cena. Este produto final pode ser chamado de MDSN (Weidner e Förstner, 1995).

3.2.3. Levantamento da área de verificação

Foi realizado um levantamento topográfico plani-altimétrico do prédio em estudo utilizando-se de uma estação total “Laser 3305ddr da Trimble” (Figura 2).

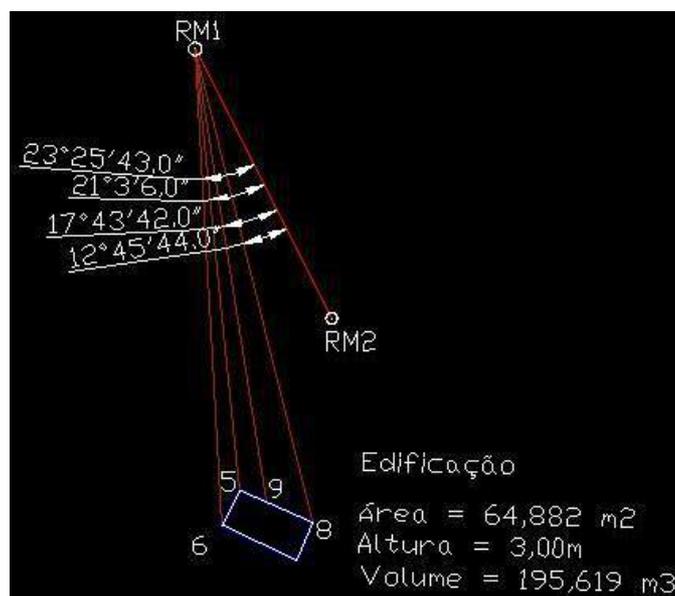


Figura 2 – Levantamento Topográfico

Nota-se na Figura 2 que o levantamento foi referenciado a uma base existente no campus da UFPR, sendo parte desta rede os pontos RM1 (latitude 25°26'51.562''S longitude 49°13'49.607''W altitude ortométrica 921.213m) e RM2 (latitude 25°26'52.780''S longitude 49°13'48.912''W altitude ortométrica 920.428m).

3.2.4. Análise Estatística

Esta análise foi realizada comparando o valor do volume calculado pelo levantamento topográfico com o valor calculado através do levantamento realizado por meio do laser scanner.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No intuito de obter o volume do objeto de interesse (a edificação), realizou-se a subtração entre duas grades, como citado anteriormente, em seguida, calculou-se o volume utilizando o programa SURFER 7. Também foi realizado o cálculo do volume com os dados levantados no campo. Os experimentos serão dissertados na seguinte ordem: geração das grades utilizando os interpoladores e a comparação dos volumes calculados.

4.1. Grades geradas com os interpoladores

Na Figura 3, observam-se duas imagens altimétricas geradas a partir dos interpoladores “vizinho mais próximo” e “inverso de uma distância”.

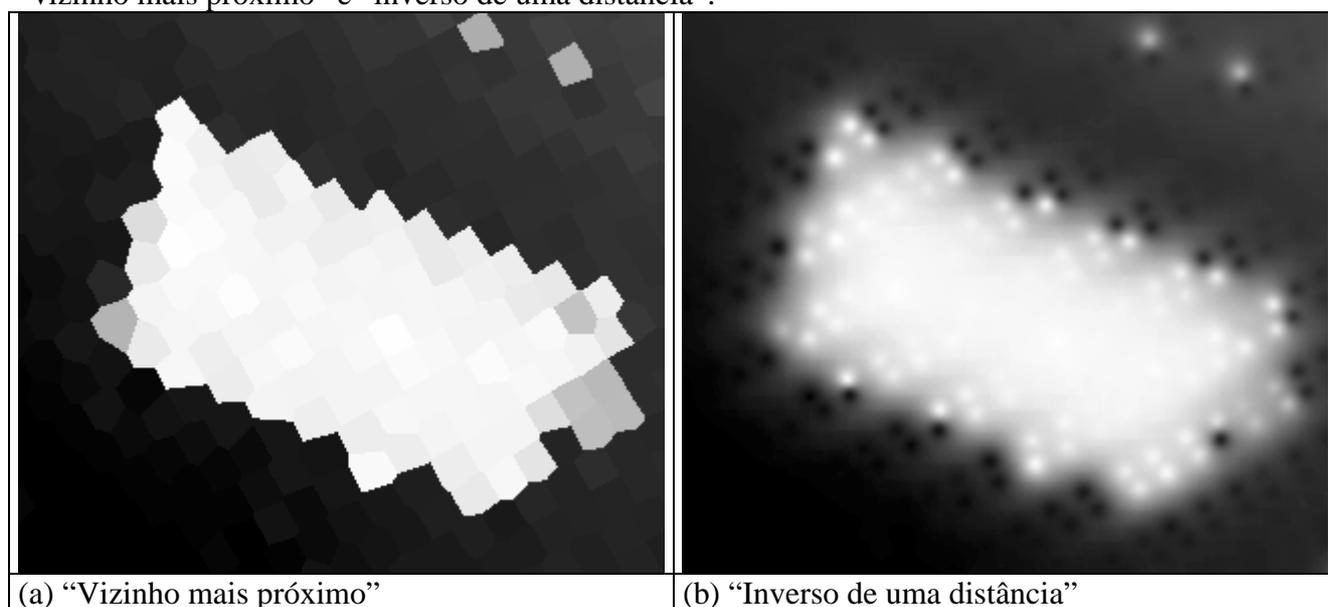


Figura 3 – Imagem altimétrica das grades geradas

A **Figura 3(a)** foi gerada a partir do algoritmo de interpolação “vizinho mais próximo”. Nota-se que os “pixels” ficaram mais uniformes, bem delineados na borda do objeto e com bom contraste, devido este algoritmo considerar os valores interpolados iguais aos valores da grade original. A **Figura 3(b)** foi gerada a partir do algoritmo de interpolação “inverso de uma distância”. Nota-se que o delineamento da borda do objeto não foi bem estabelecido, devido à característica do interpolador de suavizar a superfície.

4.2 Comparação dos volumes

No **Quadro 1** são apresentados os resultados dos volumes calculados pelos métodos: Levantamento topográfico e Interpoladores.

Quadro 1 – Comparação entre volumes

| MÉTODOS | Levantamento Topográfico | Interpoladores | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| | | “Vizinho mais próximo” | “Inverso de uma distância” |
| VOLUME (m ³) | 195,619 | 204 | 159 |
| DESVIO | - | 9 | 36 |

Observa-se no **Quadro 1** que o desvio do volume do interpolador “vizinho mais próximo” é inferior ao valor do desvio calculado para o interpolador “inverso de uma distância”.

Portanto, o volume do interpolador “vizinho mais próximo” aproxima-se mais do volume real do prédio em estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o interpolador “vizinho mais próximo” gerou um MDE que mais se aproximou da superfície real do terreno, fornecendo assim, um valor de volume mais próximo do valor calculado pelo método topográfico, que foi considerado como valor referencial. Todavia, cabe ressaltar que este trabalho foi realizado num local de pequena inclinação, assim sendo, não se pode desmerecer o resultado do interpolador “inverso da distância” para locais de médias e grandes inclinações.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centeno, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Departamento de Geomática, UFPR, 2003.

Franke, R. Scattered Data Interpolation: Test of Some Methods, **Mathematics of Computations**, v. 33, n. 157, p. 181-200. 1982.

Masaharu, H; Hasegawa, H.. Three-dimensional city modeling from laser scanner data by extracting building polygons using region segmentation method. **International Archives fo Photogrammetry and Remote Sensing**. Vol. XXXIII, Part B3. P.556-562, Amsterdam 2000.

Souza, E. C. B **Análises temporais de alta precisão utilizando GPS para avaliação das variações volumétricas ocorridas no ISTMO da Ilha do Mel**. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Ciências Geodésica, UFPR, 149p.

Surfer. **User's Guide**. Golden Software Inc. USA. 1999

Weidner, U.; Förstner, W. Towards automatic building reconstruction from hilgh-resolution digital elevation models. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 50(4), p.38-49. 1995.