

Modelo Digital de Terreno gerado por Dados de GPS para Obras de Engenharia

Magno Aguiar Carvalho¹
Vivian de Oliveira Fernandes²

Universidade Federal da Bahia - UFBA
Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia - EPUFBA
Laboratório de Geomensura Theodoro Sampaio

¹ magnoaguiar@hotmail.com
² vivian.fernandes@ufba.br

RESUMO – O desenvolvimento das tecnologias de geoinformação propicia melhorias nas áreas de gerenciamento e intervenção na superfície terrestre. Com a popularização dos sistemas de posicionamento global, e sua crescente utilização pelos mais variados profissionais de Engenharia, paralelamente com o desconhecimento das suas limitações por parte de profissionais, muitos erros podem ser provocados aos projetos. A inclusão dos Modelos Digitais de Terreno - MDT nos sistemas de informação geográfica atribui melhoria na visualização das geoinformações e permite aquisição de mais informações sobre da superfície. Dados pontuais obtidos em campo são utilizados pelos processados em softwares geradores de MDT para criar uma rede contínua de pontos. Neste trabalho, criou-se o MDT de uma área da Escola Politécnica da UFBA, em que as coordenadas planimétricas foram obtidas com o GPS, através do posicionamento absoluto. O principal objetivo é mostrar que as coordenadas são inviáveis para a aplicação em obras de Engenharia, assim como, mostrar de que forma um MDT é criado a partir de coordenadas tridimensionais obtidas em campo. O resultado do MDT obtido foi comparado com o aspecto da superfície real. Observa-se que o GPS no modo absoluto fornece coordenadas, de tal maneira a aproximar o MDT ao modelo da superfície real, mas apresenta-se afetada pela precisão dos dados inerentes ao método de posicionamento.

Palavras chaves: MDT, GPS, modo absoluto.

ABSTRACT - The development of the geoinformation technologies propitiates management areas improvements and terrestrial surface intervention. With global positioning systems popular usage, and its increasing use for the most varied Engineering professionals, parallel with the unfamiliarity of its limitations on the part of professionals, many errors can be provoked to the projects. The inclusion of the Digital Land Models - MDT in the geographic information systems attributes visualization geoinformation improvement and allows more information acquisition on of the surface. Gotten prompt data in field are used by the generating processings in softwares of MDT to create a continuous net of points. In this work, the MDT of an area of the Polytechnical School of the UFBA was created, where the 3D coordinates had been gotten with the GPS, through the absolute positioning. The main objective is to show that the coordinates are impracticable for the application in Engineering workmanships, as well as, to show of that forms a MDT is created from gotten three-dimensional coordinates in field. The result of the gotten MDT was compared with the aspect of the real surface. It is observed that the GPS in the absolute way supplies coordinates, in such way to approach the MDT to the model of the real surface, but it presents is affected by the precision of the inherent data to the positioning method.

Key words: DTM, GPS, absolute mode.

1 INTRODUÇÃO

A aquisição de dados planialtimétricos das regiões em que são efetuadas as atividades de Engenharia é um fator de decisão sobre o resultado final das obras. O método e técnica utilizada para coleta das coordenadas é essencial para a precisão de pontos e confiabilidade ao projeto. Com a popularização do GPS, existem muitos casos em que ele é usado de forma incorreta e no local incorreto, devido ao desconhecimento dos usuários sobre as restrições do GNSS americano – GPS - para coleta de coordenadas planialtimétricas para a Engenharia. Este trabalho mostra a ineficácia das coordenadas obtidas com o GPS no modo navegação para as obras de Engenharia. A aplicação de um levantamento feito com o GPS no modo absoluto é inviável para as obras. Vários exemplos podem ser verificados em que não é possível usar tais coordenadas, como redes de saneamento, redes de abastecimento, construção de pontes, etc. O erro obtido com o GPS é inerente ao método de coleta das informações, pois no método absoluto, por exemplo, não há correção do erro de relógio dos satélites e o desvio das coordenadas varia alguns metros. Para demonstrar o resultado de um trabalho feito com o GPS no modo absoluto, foi realizado um levantamento planialtimétrico e uma posteriormente uma representação do Modelo Digital do Terreno.

2 MÉTODO

A área estudada neste trabalho foi o estacionamento da Escola Politécnica da UFBA, em uma região que abrange uma área plana com declive em sua extremidade, como pode ser verificada através da Figura 1 a seguir. As coordenadas planialtimétricas foram coletadas com o receptor GPS PROMAK 2 no modo de navegação e com um espaçamento de 3m para os pontos coletados na região plana e de 1.5m para a região com declive. As coordenadas coletadas com o GPS foram as coordenadas geodésicas latitude, longitude e altitude elipsoidal, posteriormente estas coordenadas foram transformadas em coordenadas cartesianas com o auxílio do programa TCGeo(IBGE).



Figura 1 – Área de estudo

Com base em MONICO (2008) as coordenadas planimétricas obtidas com o GPS através do método absoluto possuem um erro de $\pm 10m$ para as coordenadas planimétricas e de $\pm 15m$ para as coordenadas altimétricas. Os erros inviabilizam o uso destas coordenadas para a aplicação na maioria das obras de Engenharia, cuja precisão exigida é milimétrica. Um exemplo prático de uma obra que precisa de uma precisão milimétrica é uma rede de esgoto, caso esta rede seja planejada com as coordenadas do GPS no modo de navegação, o escoamento dos efluentes não seguirá o trajeto planejado, pois além do erro altimétrico do GPS ser de $\pm 15m$, sua altitude está referida ao elipsóide WGS84, e não ao nível do mar como é a forma correta de obter a altitude ortométrica, que é a utilizada nestes projetos. Outro erro verificado durante a coleta dos pontos foi o erro de multicaminhamento do sinal do satélite, proveniente da reflexão das ondas eletromagnéticas enviadas pelo satélite. A reflexão ocorre normalmente em objetos que

estão a uma distância inferior a 30m do receptor GPS, objetos como árvores, prédios e muros podem refletir o sinal do satélite e interferir na leitura feita pelo receptor GPS. Cabe salientar que a região onde foi realizado o levantamento é bem arborizada, como pode ser vista na Figura 1.

Após a coleta dos dados, foi feita a inserção das coordenadas no programa de geração do MDT: Surfer 8.0, com o objetivo de comparar o modelo digital do terreno gerado pelo levantamento GPS e a apresentação real do terreno.

3 MODELO DIGITAL DO TERRENO

Um Modelo Digital de um Terreno é uma representação matemática de uma superfície do mundo real. As representações são criadas por programas computacionais capazes de gerar uma rede de pontos contínua a partir da rede de pontos discrete coletada em campo. Comumente os programas de criação de MDT necessitam das informações em coordenadas cartesianas e utilizam interpoladores ou grades para gerar a rede de pontos do modelo. As grades podem ser regulares retangulares ou irregulares triangulares. As grades regulares triangulares atribuem para os vértices dos triângulos os próprios pontos coletados e possuem a característica de boa representação de cristas, vales e feições geomórficas. Já os interpoladores estimam valores para os pontos vizinhos a partir pontos coletados, e criam assim uma superfície contínua para o terreno. A característica e finalidade da superfície criada por interpoladores dependem da qualidade e quantidade dos dados coletados em campo. As superfícies também podem ser criadas através de equações analíticas ou séries de Fourier. A vantagem das superfícies que são criadas a partir da equação (1) é a facilidade de acesso aos pontos na superfície a partir das informações planimétricas.

$$F(x,y) = z \quad (1)$$

No modelo criado para o estacionamento da Escola Politécnica, a melhor representação foi feita pelo interpolador Médias Móveis, como mostra a Figura 2. Este interpolador calcula a média dos dados que estão dentro de uma elipse contida na rede de pontos, para definir o valor dos nós da malha. Os raios da elipse podem ser alterados pelo usuário, alterando consequentemente o valor dos nós da malha.

Quando os dados são pouco abundantes ou dispersos recomenda-se o uso do interpolador Krigagem, desenvolvido pelo engenheiro de minas Daniel G. Krige na África do Sul. Este interpolador utiliza geoestatística para definir os pontos da malha e todos os pontos têm influência na decisão dos valores dos nós, sendo que os que estão mais perto possuem maior influência. Este método está representado na Figura 3.

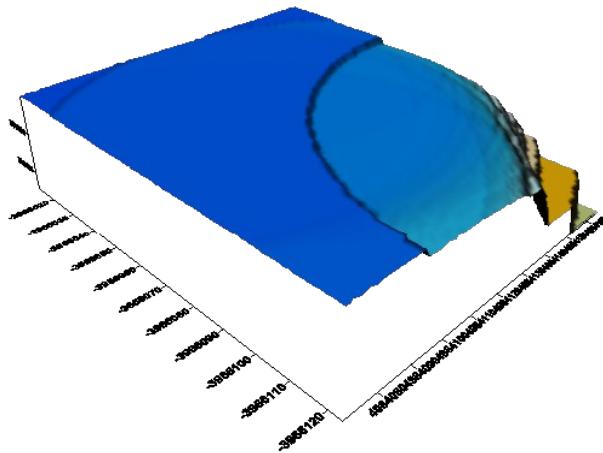


Figura 2 – Superfície criada com o interpolador Médias Móveis

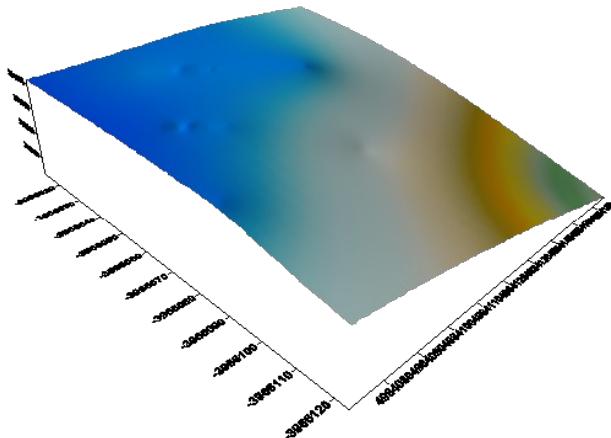


Figura 3 – Superfície matemática criada com o interpolador Krigagem.

Verificou-se uma semelhança do modelo criado com a superfície real do terreno, no entanto a representação não foi exata devido ao erro inerente ao método de coleta das coordenadas. Para obter uma representação com maior semelhança com a superfície real, é necessário um aumento na precisão das coordenadas obtidas com o GPS. Uma maneira de obter coordenadas planimétricas precisas é o levantamento com GPS topográfico ou geodésico, ambos realizados no método relativo de obtenção das coordenadas. No modo de posicionamento relativo, a precisão das coordenadas pode atingir o milímetro (técnica estática), isso proporciona possibilidade de aplicação destes dados em obras de engenharia.

A altitude elipsoidal obtida pelo GPS no método de posicionamento relativo pode ser convertida para altitude ortométrica através do programa MAPGeo (IBGE) ou obtida por Nivelamento. Entretanto a conversão deste programa está baseada em dados coletados pelo IBGE em diversos pontos do país, algumas localidades possuem poucas informações sobre a ondulação geoidal local, isso interfere na precisão da coordenada altimétrica obtida, contribuindo para mais um erro ao projeto. Alguns testes mostram que ao comparar a altitude corrigida, obtida com o GPS no modo relativo, com a altitude do mesmo ponto obtido através técnicas topográficas, é observada uma diferença de alguns centímetros entre os dois pontos. A diferença entre o deslocamento vertical real e o obtido pelo GPS é mais difícil de ser corrigido, pois depende de alguns fatores como centro de fase da antena do satélite e distribuição espacial dos satélites.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitem um esclarecimento aos usuários das geoinformações, sobre as restrições do uso do sistema NAVSTAR-GPS. Na última década, o sistema GPS tornou-se mais popular devido à liberação do código SA pelo governo americano. A popularização proporcionou uma disseminação dos receptores e um aumento no uso, muitas vezes de forma incorreta e no local incorreto. O desconhecimento da tecnologia faz com que alguns setores usem o sistema GPS de forma equivocada.

A comparação das fotografias com o MDT criado mostra o quanto os dados diferem da realidade do terreno. O modo de navegação que foram coletadas tais coordenadas é o modo que muitas pessoas usam acreditando está coletando coordenadas precisas. O presente trabalho pretende esclarecer de forma concisa que o uso do sistema NAVSTAR-GPS no modo de navegação não pode ser usado em obras de engenharia ou em outras que exigem precisão inferior a 10m.

REFERÊNCIAS

FERNANDES V. O.; FERREIRA L. D. D. **Estudo sobre o emprego do sistema Navstar/GPS na determinação de deslocamento vertical utilizando GPS.** Simpósio Brasileiro de Geomática, 2002, Presidente Prudente/SP. Livro de Resumos, 2002.

MAZZINI, P. L. F. 1; SCHETTINI, C. A. F.2. **Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase-sinóticos.**

Disponível em: <http://www.inct-mcocean.com.br/pdfs/Produtos/18_Interpolao_Espacial.pdf>. Acesso: 15 de dezembro de 2009.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS - Descrição, Fundamentos e Aplicações.** 2 edição. 2008.

OLIVEIRA M. A.; CAMARGO Y. J. M.; Alves A. C. B. **Aplicativo Integrado a um Sistema CAD para Geração do Modelo Digital do Terreno.** Disponível em: <http://wsmartins.net/ermacs/trabalho_38.pdf>. Acesso: 15 de dezembro de 2009.

ROCHA, C. H. B. – **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar.** Ed. do Autor. Juiz de Fora, M.G., 2000.

AGRADECIMENTOS

Agradeço este artigo a Prof.^a Vivian de Oliveira Fernandes pela orientação no trabalho e empenho para a realização das atividades. À Roxane Leite Dantas, pelo esforço e ajuda na coleta das coordenadas para criação do MDT. Aos meus pais por apoiarem meus estudos.