



Metodologia para geração de MDE com uso de GPS em apoio ao mapeamento de solos em escala local

Marilice Cordeiro Garrastazu¹
Carlos Alberto Flores²

A Embrapa tem desenvolvido pesquisas de longa duração, tanto em intuições parceiras quanto em suas próprias áreas. Estas pesquisas, muitas vezes, envolvem monitoramento de áreas experimentais agrícolas para avaliar eficiência agronômica de formulação de novos produtos, bem como avaliação de segurança ambiental e alimentar, em diferentes sistemas de produção e regiões.

Para este monitoramento e avaliação, ou mesmo para gestão de áreas com experimentos agrícolas, o conhecimento do tipo de solo é uma das variáveis importante para a interpretação dos resultados dos tratamentos aplicados. Para subsidiar este tipo de estudo, é necessária a geração de mapas de solos em grandes escalas, ou seja, em escala local.

Mapas pedológicos são fontes de informações primordiais para planejamento e manejo de uso do solo. O Brasil possui grande parte de seu território coberto por mapas de solos pouco detalhados com escala de 1:1.000.000, produzidos a partir do ano de 1986 pelo projeto RadamBrasil. Esses dados têm

escala muito pequena, considerada não adequada para o gerenciamento municipal de propriedades rurais ou regiões de bacias hidrográficas (COELHO; GIASSON, 2010).

Poucos são os Estados que atualmente possuem mapeamento de solos em escala adequada para estudos que auxiliam na gestão do território e dão suporte a decisões de caráter ambiental e agrícola (FLORES et al., 2006).

Para a elaboração de mapas de solos, informações como geologia, relevo e declividade são essenciais.

O uso do geoprocessamento para interpretação de modelos digitais de elevação (MDE), observando padrões de drenagem e uso da terra, tem se tornado uma ferramenta poderosa e barata no reconhecimento e identificação de classes de solos (FRANÇA; DEMATTÊ, 1993).

A fonte de dados mais comum para a geração de MDE no Brasil ainda são as curvas de nível obtidas

¹Engenheira Florestal, Mestre, Pesquisadora da Embrapa Florestas, marilice@cnpf.embrapa.br

²Engenheiro-agrônomo, Mestre, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, flores@cpact.embrapa.br

em cartas topográficas, principalmente aquelas elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); entretanto, as escalas normalmente disponíveis não são adequadas para estudos mais detalhados; por esta razão, dados oriundos de imagens de sensores remotos estão sendo cada vez mais utilizados para a geração desses modelos (CHAGAS et al., 2010) e, quando produzidos, alcançam uma escala aproximada de 1:25.000, ou seja, com uma equidistância de curvas de 10 m.

A tecnologia GPS (*Global Positioning System*) tornou-se útil e inovadora a uma série de atividades que necessita de posicionamento.

O uso do GPS gera vários benefícios em relação aos métodos tradicionais de posicionamento: alta precisão, simplicidade operacional, rapidez e baixo custo. Mas, para a adequada utilização do GPS, devem ser adotados critérios relacionados à aquisição e ao processamento de dados, como duração da sessão, tipo de receptores, comprimento e número de bases. Esses critérios são definidos em função das características de cada levantamento (precisão requerida, extensão da área e resolução espacial) (SANTOS; SÁ, 2006).

O GPS proporciona altitudes de natureza puramente geométrica (altitude elipsoidal), ao passo que, na maioria das atividades práticas, o que é de interesse são as altitudes vinculadas ao campo gravitacional da Terra (altitudes ortométricas), que possuem ligação com a realidade física. Para determinar altitudes ortométricas (H), a partir das geométricas (h), é indispensável o conhecimento da ondulação geoidal (N) (MONICO, 2000).

Com o uso cada vez maior do GPS para o posicionamento principalmente na obtenção de altitudes, agregado às novas informações geodésicas e modelos disponíveis recentemente, identificou-se a necessidade de atualização do modelo de ondulações geoidais, possibilitando aos usuários de GPS converter as altitudes geométricas (referidas ao elipsóide) em ortométricas

(referidas ao nível médio do mar) com uma melhor confiabilidade (IBGE, 2010). Nesse sentido, o IBGE, junto com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Epusp), desenvolveu o programa gratuito, MAPGEO, que é um sistema que fornece a ondulação ou altura geoidal (N) necessária à conversão de altitudes elipsoidais, compatíveis com os Sistemas Globais de Satélites para Navegação (GNSS), em altitudes consistentes com o nível médio do mar (NMM) e a Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

De acordo com Marques e Sampaio (1999), o GPS em operação cinemática é uma excelente ferramenta para coleta de dados para modelagem digital de terreno; pode ser utilizado para levantamentos altimétricos, desde que considerado um estudo do comportamento de desnível geoidal na região e aplicado em pequenas áreas.

Atualmente, o Brasil possui bom recobrimento no território das estações RBMC/IBGE (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS), programa gratuito confiável para correção do desnível geoidal e receptores GPS com tecnologia suficiente para apoiar levantamentos para determinação altimétrica.

Considerando o estado-da-arte da tecnologia GPS no Brasil, aliado ao levantamento de atributos espaciais para compor um Sistema de Informações Geográficas (SIG) de gestão de experimentos, agregou-se uma metodologia para geração de MDE com uso de GPS, em apoio ao mapeamento de solos em escala local.

Área de estudo

A área de estudo está situada no Município de São Mateus do Sul, PR, dentro da Petrobrás - Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto (SIX). As áreas de instalação dos experimentos foram chamadas de áreas 1 (5 ha) e 2 (10 ha), estando as duas próximas (Figura 1).



Figura 1. Localização das áreas experimentais na Petrobrás, São Mateus do Sul, PR.

Desenvolvimento de metodologia na área teste

A primeira etapa consistiu no transporte de coordenadas do marco do IBGE, código 91660, para a borda da área 2. Este marco está situado dentro da Petrobrás. Foi utilizado um par de GPS geodésico, modelo Sokkia GSR2600, com precisão de 3 mm + 0,5 ppm (horizontal) 10 mm + 1 ppm (vertical). Considerando que a distância pequena do transporte de coordenadas não sofre influência das variáveis atmosféricas (ionosfera, troposfera), o rastreamento foi realizado por 2 horas.

Embora este vértice estivesse com uma distância de base considerada curta, aproximadamente 5 km da área de estudo, optou-se pelo transporte para facilitar as ações seguintes de levantamento cinemático e estático operando com uma base instalada na borda das áreas experimentais. Este transporte de coordenadas facilitou a instalação diária do equipamento para a execução dos rastreios e melhorando a qualidade dos processamentos pela redução da distância da linha-base.

Na segunda etapa, utilizou-se um par de GPS topográfico, MODELO SR20 LEICA, com precisão, por solução código e fase L1, de 5 mm a 10 mm + 2 ppm (rms). Realizaram-se os levantamentos estáticos na geração de alguns dos atributos espaciais necessários à estruturação das áreas experimentais em um SIG (Figura 2). Foram rastreados pontos de controle para o georreferenciamento da imagem de alta resolução

para área de estudo, vértices dos experimentos contidos dentro das duas áreas, amostras de solos, trincheiras e outros atributos. Alguns destes pontos foram selecionados e utilizados para a determinação do N (ondulação geoidal).

Foto: Marilice Cordeiro Garrastazu



Figura 2. Rastreamento pelo método estático.

Para o estudo do comportamento do desnível geoidal, foram selecionados cinco pontos, distribuídos nas área 1 e 2, oriundos de levantamento estático. Através do programa MAPGEO foi calculado o N (desnível geoidal) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo do comportamento do N (desnível geoidal).

Id ponto	latitude	longitude	desnível geoidal (cm)
1	-25 49' 58.31466	-50 26' 11.10544	5,53
2	-25 49' 51.52367	-50 26' 10.83565	5,53
3	-25 49' 43.00688	-50 25' 46.20286	5,54
4	-25 49' 41.19517	-50 26' 00.00627	5,53
5	-25 49' 47.25340	-50 26' 11.50944	5,54

Para o rastreamento de pontos necessários à geração do modelo de elevação do terreno das áreas 1 (5 ha) e 2 (10 ha) da SIX, foi realizado um levantamento utilizando GPS topográfico, através de método cinemático com inicialização estática, com uma distância entre linhas de aproximadamente 5 m (Figura 3). No programa de pós-processamento,

Leica GeoOffice, inseriu-se a informação de N, possibilitando que o resultado dos dados processados já tivesse os dados altimétricos ortométricos. Foi determinado o desnível em 5,53 m. Nesta etapa também foi verificada a qualidade na determinação das coordenadas usando-se critério de seleção para soluções apenas pela fase e com qualidade de posicionamento + altitude menor que 0,3 m. Os pontos que não corresponderam ao critério de qualidade de solução foram excluídos.

Foto: Marilice Cordeiro Garrastazu



Figura 3. Rastreio pelo método cinemático.

Foram exportados os dados em formato ASCII e inseridos no SIG como tabela e espacializados, gerando um arquivo no formato *shapefile* (Figura 4).

Para a geração do modelo digital de elevação (MDE,) utilizou-se o conjunto de pontos, interpolando-os, no SIG, por processo de geração de rede triangular (TIN - *Triangular Irregular Network*). Após a geração do MDE, obtiveram-se as curvas de nível com equidistância de 1 m (Figura 5).



Figura 4. Detalhe área 1: Caminhamento GPS modo cinemático.

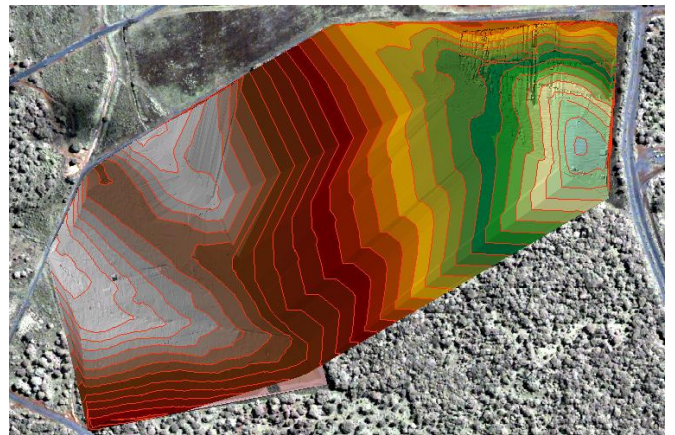


Figura 5. Geração de MDE.

Considerações finais

Obteve-se, com esta metodologia, geração de curvas de nível em escala aproximada de 1:1.000, necessária para a elaboração de mapa de declividade e como apoio à elaboração de mapa de solos para as áreas experimentais.

O método utilizado para geração de MDE apoiado em técnicas de GPS não substitui o método convencional de nivelamento geométrico de precisão, porém o novo modelo MAPGEO proporciona uma precisão de 0,25 m absoluta e 1 cm km⁻¹ relativa. Esta precisão é considerada suficiente para dar apoio ao mapeamento de solos em escala local em áreas onde não se têm levantamentos aerofotográficos nem cartografia em escala adequada.

Referências

CHAGAS, C. S.; FERNANDES FILHO, E. I.; ROCHA, M. F.; CARVALHO JÚNIOR, W.; SOUZA NETO, N. C. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 14, n. 2, p. 218–226, 2010.

COELHO, F. F.; GIASSON, E. Métodos para mapeamento digital de solos com utilização de sistema de informação geográfica. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 10, p. 2099-2106, out. 2010.

FLORES, C. A.; GARRASTAZU, M. C.; HASENACK, H.; WEBER, E. **Zoneamento edáfico para as culturas da mamona, soja, girassol e canola na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 174).

FRANÇA, G. V. de; DEMATTÊ, J. A. M. Levantamento de solos e interpretação fotográfica dos padrões desenvolvidos em solos originados do arenito de bauru. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 50, n. 1, p. 77-86, 1993.

IBGE. **Modelo de ondulação geoidal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm>. Acesso em: 11 dez. 2010.

MARQUES, A. B.; SAMPAIO, A. C. F. Modelagem Digital do Terreno com GPS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 19., 1999, Recife, PE. [S.l.: s.n.], 1999. Não paginado.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR/GPS: descrição fundamentos e aplicações**. São Paulo: UNESP, 2000. v. 1. 287 p.

SANTOS, M. S. T.; SÁ, N. O uso do GPS em levantamentos geofísicos terrestres. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, n. 1, p. 63-80, 2006.

Comunicado Técnico, 270

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600
E-mail: sac@cnpf.embrapa.br



1ª edição
Versão eletrônica (2011)

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Antonio Aparecido Carpanezzi, Cláudia Maria Branco de Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Marilice Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaia*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Mauro Marcelo Berté*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Editoração eletrônica: *Mauro Marcelo Berté*