

CIRCULAR TÉCNICA

n. 47 - fevereiro - 2009

ISSN 0103-4413



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova - 31170-000
Belo Horizonte - MG - site: www.epamig.br - e-mail: faleconosco@epamig.br



Subsídios para a utilização de receptores GPS de navegação na topografia – II: altimetria¹

Marcelo Carazo Castro²

INTRODUÇÃO

Os receptores não diferenciais do *Global Positioning System* (GPS), ou simplesmente GPS de navegação, têm tido uma utilização crescente em trabalhos topográficos principalmente relacionados com a determinação de áreas planas. Nota-se, entretanto, um aumento mais tímido de sua utilização na topografia altimetria, que trata da representação das características do relevo, podendo-se citar, dentre as várias causas, o desconhecimento ou a subutilização dos recursos existentes nos receptores GPS por parte dos usuários. Entretanto, deve-se sempre tomar a precaução de utilizar os receptores GPS de navegação, independente do tipo, marca e modelo, apenas em trabalhos cujos resultados destinam-se a estudos preliminares, dada a baixa precisão fornecida por estes aparelhos.

Nos receptores GPS de navegação, a coordenada “Z” (altitude ou elevação) é obtida com uma precisão significativamente inferior às planas “X” e “Y” (latitude e longitude), em consequência das características inerentes ao próprio funcionamento do sistema GPS. Para melhorar a precisão de obtenção desta coordenada, a partir do uso de um único receptor que trabalha isoladamente, alguns modelos são equipados com um altímetro barométrico, como acessório.

Convém salientar que a altitude fornecida pelo receptor GPS de navegação pode ser de dois tipos distintos, a saber: altitude elipsoidal e altitude ortométrica. A primeira é determinada a partir de informações obtidas da constelação dos satélites do sistema GPS e informa a altura do ponto em questão ao elipsóide³ adotado como DATUM horizontal, enquanto a segunda é estimada com o altímetro barométrico e refere-se à altura de um ponto qualquer ao nível médio dos mares. Dessa forma, um mesmo ponto (ou posição) pode ter dois valores distintos de altitude sendo a diferença entre eles variável conforme a localidade em que se encontra o receptor.

¹Circular Técnica produzida pela EPAMIG-Instituto Técnico em Agropecuária e Cooperativismo (ITAC). Tel.: (37) 3271-4004 - Correio eletrônico: itac@epamig.br

²Eng^o Agrícola/Agrimensor, M.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-ITAC, Caixa Postal 43, CEP 35.650-000 Pitangui-MG. Correio eletrônico: carazo@epamig.br

³Elipsóide é um modelo matemático que representa a superfície do planeta Terra para o sistema GPS.

De modo geral, como será apresentado a seguir, os receptores GPS de navegação podem ser utilizados para fornecer informações altimétricas em tempo real, apenas com os recursos do próprio aparelho, sem a necessidade do uso de programas computacionais específicos para processamento das informações levantadas em campo. Nos exemplos apresentados nas Figuras 1 a 4, utilizou-se o receptor da marca Garmin, modelo Etrex Vista C⁴, que é equipado com altímetro barométrico.

DETERMINAÇÃO DO DESNÍVEL TOTAL ENTRE DOIS PONTOS

O conhecimento da altura (distância vertical) entre dois pontos é uma das informações fundamentais da altimetria e possui inúmeras aplicações na agropecuária, como determinação da altura de bombeamento para sistemas de irrigação ou para o abastecimento de reservatórios, entre outros. O cálculo do desnível entre dois pontos implica (nivelamento) simplesmente na diferença entre as altitudes desses pontos, devendo ambos serem de um mesmo tipo (elipsoidal ou ortométrico). Assim, por exemplo, o desnível entre os pontos A e B (DN_{A-B}) pode ser determinado pela seguinte equação:

$$DN_{A-B} = \text{altitude de B} - \text{altitude de A} \text{ (Equação 1)}$$

Desnível elipsoidal (caso 1)

O desnível elipsoidal pode ser determinado pela diferença entre altitudes elipsoidais. Por sua vez, a altitude elipsoidal da posição em que se encontra o receptor pode ser obtida explicitamente por meio de menu especial acessado geralmente pela página de satélite (Fig. 1). Com base nos valores de altitude dos locais de interesse, determina-se então o desnível elipsoidal aplicando-se a equação 1.

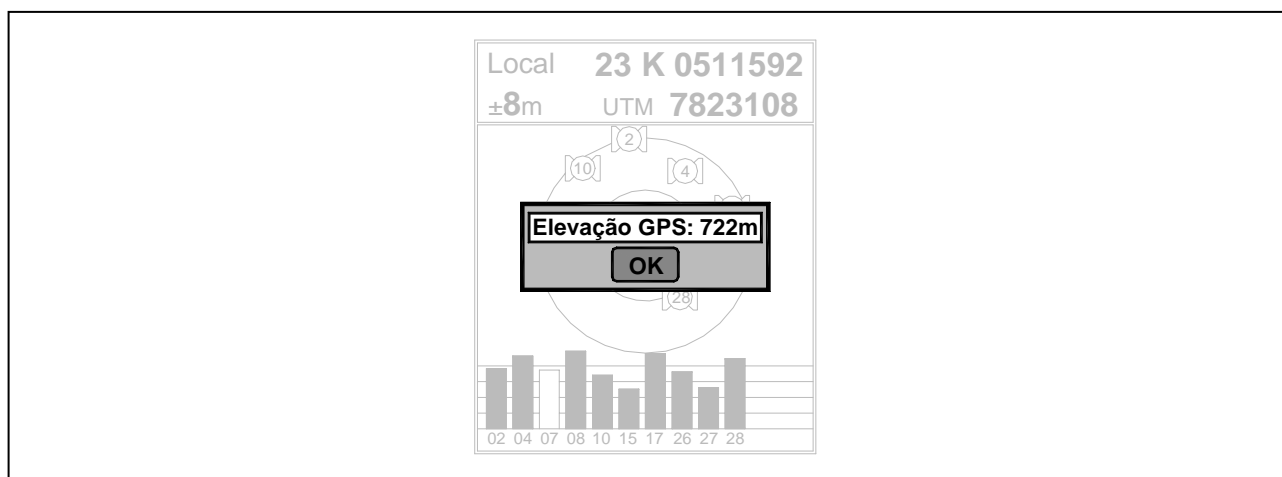


Figura 1 - Obtenção da altitude elipsoidal (elevação GPS) da posição atual do receptor com o uso de menu específico da página de satélites mostrando, no caso, um valor de 722 m

NOTA: Desenho feito por Marcelo Carazo Castro, com base na tela do receptor GPS Garmin Etrex Vista C.

⁴A marca e o modelo citados no texto não implicam em recomendação por parte do autor.

Desnível ortométrico (caso 2)

O desnível ortométrico pode ser calculado a partir da diferença entre altitudes ortométricas. Em relação às altitudes elipsoidais, as ortométricas possuem a vantagem de melhor exatidão dos resultados quando obtidos a partir de receptores não diferenciais de navegação. A altitude ortométrica da posição atual pode ser obtida a partir da página do altímetro (Fig. 2A) ou da página de gravação de pontos (Fig. 2B), dentre outras. De posse destes valores, aplica-se então a equação 1 para determinar o desnível ortométrico entre os pontos de interesse.

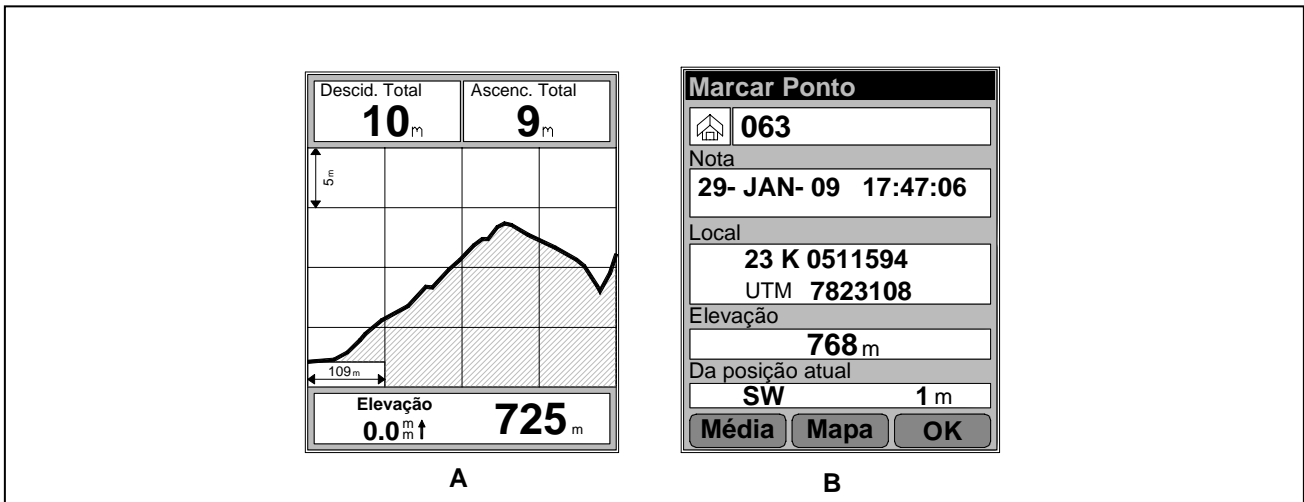


Figura 2 - Obtenção da altitude ortométrica

NOTA: Figura 2A - Página do altímetro mostrando o valor atual de 725 m; Figura 2B - Página de gravação de um ponto onde se observa o valor de 768 m.

Desenho feito por Marcelo Carazo Castro, com base na tela do receptor GPS Garmin Etrex Vista C.

DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO DESNÍVEL ORTOMÉTRICO ENTRE DOIS PONTOS

Nos receptores equipados com altímetro barométrico, geralmente existe a opção de obtenção do desnível total de subida (ascensão total) ou de descida (descida total) a partir de menus configuráveis da página do altímetro (Fig. 2A). Para sua utilização adequada, deve-se reinicializar os dados de elevação (altitude) em menu específico, após se posicionar no ponto de partida, e então dirigir-se diretamente ao outro ponto; à medida que se caminha, o receptor apresenta um gráfico do perfil com as mudanças de altitude (distância vertical em função da distância horizontal), exibindo os valores atuais de elevação, de descida e de subida (ascensão) totais. Na Figura 2A, por exemplo, o desnível máximo encontrado de subida, entre os dois pontos de interesse, foi de 10 m, e o desnível máximo de descida foi de 9 m. De forma similar, pode-se obter ainda o valor da altitude máxima e mínima entre tais pontos.

Além disso, os receptores equipados com altímetro barométrico geralmente possibilitam a visualização do perfil de uma trilha (trajeto) previamente gravada, em função da distância (Fig. 3), a partir de opção específica da página de registro de trajetos (Fig. 3A). Como recurso adicional, pode-se obter a altitude de um ponto qualquer ao longo desta trilha (Fig. 3B) e ainda visualizar sua posição no mapa planimétrico (Fig. 3C).

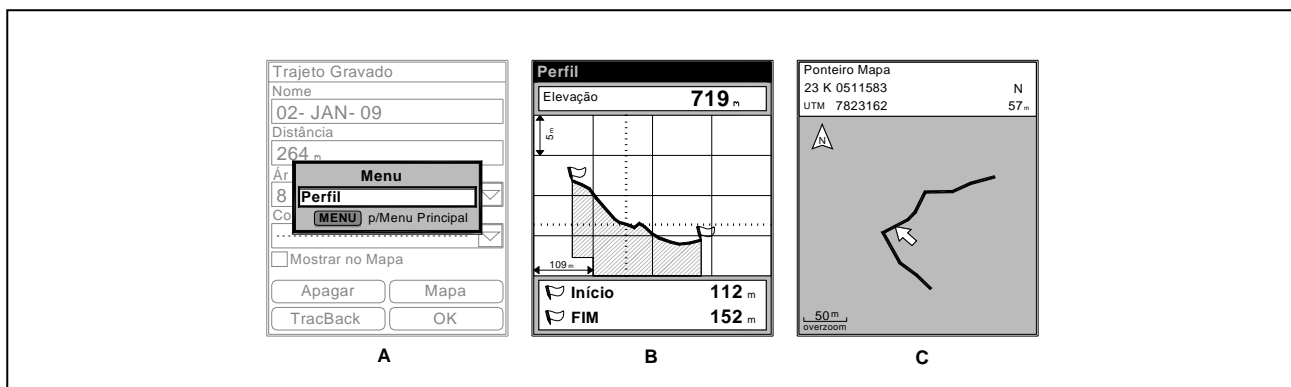


Figura 3 - Obtenção do perfil de uma trilha previamente gravada

NOTA: Figura 3A – Menu de acesso na página de trajeto gravado; Figura 3B – Página mostrando a representação gráfica do perfil da trilha, bem como a altitude de um ponto qualquer dessa trilha (no caso, valor de 719 m), a distância do ponto até o início da trilha (112 m) e até o final (152 m); Figura 3C – Localização gráfica no mapa planimétrico do ponto selecionado no perfil da trilha, mostrando ainda as suas coordenadas.

Desenho feito por Marcelo Carazo Castro, com base na tela do receptor GPS Garmin Etrex Vista C.

LOCAÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL

Uma atividade altimétrica de campo bastante comum é a marcação (locação) de curvas de nível. Embora os receptores GPS de navegação com altímetro barométrico forneçam rapidamente a altitude ortométrica, trabalho realizado por M. C. Castro⁵ mostrou que estes equipamentos não devem ser utilizados para tal objetivo por causa da magnitude dos erros envolvidos, chegando às vezes ao valor de alguns metros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os receptores GPS de navegação com altímetro barométrico permitem que façam calibrações da altitude ortométrica aproveitando valores conhecidos de altitude ou de pressão atmosférica em um local qualquer acessível. Entretanto, tais operações são dispensáveis quando se trata de trabalhos altimétricos preliminares (expeditos), executados rapidamente em menos de uma hora, em horários de temperatura amena e ao longo de um mesmo dia.

Geralmente os receptores permitem a configuração das altitudes em várias unidades. Recomenda-se o uso de “pés”⁶ (ft), quando se trabalha em terrenos mais planos, de pouco desnível, o que fornece maior exatidão às medidas; e o uso de metros (m), quando se trabalha em terrenos mais acidentados, de maior desnível, proporcionando maior comodidade ao operador/usuário.

Deve-se estar atento ainda a alguns cuidados que precisam ser tomados com o manuseio do altímetro barométrico, a fim de obter bons resultados, a saber: operá-lo na posição horizontal e sempre com

⁵Avaliação do desempenho de um receptor GPS de navegação na locação de terraços em nível. Apresentação oral de M. C. Castro na 2ª Onda Científica, em 7 de maio de 2008, na Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), Bom Despacho - MG.

⁶1 “pé” = 0,3048 m.

tempo bom, ou seja, sem instabilidade atmosférica ou na iminência de chuvas; durante o uso, evitar obstruir o orifício de abertura do aparelho para o exterior (Fig. 4), localizado geralmente em ondulação na parte inferior do receptor; manter o referido orifício sempre limpo, sem, entretanto, fazer uso de instrumentos perfurantes; utilizar receptor GPS sempre em uma mesma altura em relação ao corpo do operador.



Marcelo Carazo Castro

Figura 4 - Orifício de tomada de pressão para determinar a altitude ortométrica

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

COMASTRI, J.A.; TULER, J.C. **Topografia: altimetria**. 3. ed. Viçosa, MG, UFV, 2003. 200p.

GARMIN eTrex Vista Cx: owner's manual. Taiwan, 2006. 100p.

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