

Acurácia de GPS de navegação com correção diferencial sob cobertura florestal

Carlos Divino Guimarães Silva ¹
Paulo Guilherme Molin ¹
José Paulo Molin ¹

¹ Universidade de São Paulo – ESALQ/USP
Avendida Pádua Dias, 11 – 13418-900 - Piracicaba -SP, Brasil
{carlos.divino.silva, jpmolin}@usp.br
pgmolin@gmail.com

Abstract. Using GPS with submeter accuracy can be unfeasible for occasional activities, due especially to its high cost. Thus, targeting the development of positioning systems with better accuracy and lower cost, post-processing software for navigation GPS have been elaborated. The aim of this study was to apply reduced cost post-processing methodologies for forest covered areas where accuracy of collected data is usually compromised due to satellite visibility. We used a Garmin eTrex Legend navigation GPS receptor along with ASYNC and GAR2RNX software to record raw data and process in RINEX format. These software are essential in the base station, where the coordinates are known in advance, because they allow the post-processing of the raw data and differential correction of the coordinates collected by other receivers. Two 30 minute data collections were established, one with a base station under dense canopy structure and another under open sky. The rovers also collected data under dense canopy, open woodland and clear sky. As expected, when the base station was allocated under open sky, the corrected coordinates of the receivers that were also in the area without any coverage, showed the best accuracy. However, when the base station was allocated in forest area, there was also significant improvement in data collected by mobile receivers who were under canopy, allowing the use of this system on dense canopy environment.

Palavras-chave: differential GPS, Garmin, RINEX, accuracy, post-processing, GPS diferencial, Garmin, RINEX, acurácia, pós-processamento

1. Introdução

A utilização de GPS começou a ser difundida após o ano 2000, quando foi removido o *selective availability* (SA). Esse erro era causado intencionalmente pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, já que eram fornecidas informações incorretas aos satélites, principalmente dos relógios e das efemérides, inviabilizando a utilização do sistema de navegação por setores não governamentais. No entanto, segundo McCormac (2011) a redução da exatidão devido ao SA não afeta o trabalho quando se tem dois receptores que estejam trabalhando em um levantamento relativo. Nesse caso, a exatidão dos dados coletados varia basicamente em função do tempo das observações, da qualidade do receptor e da exatidão da coleta de informações referentes ao satélite, melhorando muito a qualidade dos dados.

Desde a desativação do SA, houve o desenvolvimento da tecnologia dos receptores GPS e da infraestrutura disponibilizadas à comunidade civil, permitindo a utilização em diversas áreas (MONICO, 2008). Mas, para determinadas atividades são necessárias precisões topográficas ou até mesmo geodésicas, com erros ao nível de poucos milímetros. Nesses casos o custo dos equipamentos necessários podem ser muito altos e tornam inviáveis a compra de receptores submétricos quando a sua utilização é ocasional.

Sendo assim, iniciou a elaboração de softwares que conseguem ler os dados binários referentes à pseudodistância e fase da onda portadora L1, informações não disponíveis aos usuários de GPS de navegação. Um deles é o GRINGO (GPS Rinex Generator) desenvolvido pelo Instituto de Engenharia de Levantamento e Geodésia Espacial da Universidade de Nottingham, na Inglaterra. O outro software é composto pelo ASYNC, que tem a função de registrar os dados brutos recebidos pelos receptores de navegação, e o GAR2RNX (Garmin to Rinex), que converte esses dados para o formato RINEX. Esses dois últimos programas são de acesso livre e foram desenvolvidos na Universidade Politécnica de Madri, na Espanha.

No trabalho de Galan (2001), autor dos softwares ASYNC e GAR2RNX, foi possível com o pós-processamento dos dados obter uma precisão de 0,30 a 0,34 m. Esses programas tornaram possível a utilização dos receptores de navegação em atividades um pouco mais exigentes, inclusive no georreferenciamento de imóveis rurais, como foi feito no trabalho de Krueger et al (2006).

Contudo, para obter essa precisão submétrica é necessário usar técnicas de posicionamento relativo ou posicionamento diferencial. O posicionamento relativo é feito quando dois ou mais receptores rastreiam, simultaneamente, pelo menos dois satélites comuns. Quando há essa simultaneidade nas observações é possível reduzir alguns tipos de erros. Um deles é o erro do relógio do satélite, que é praticamente eliminado quando os receptores envolvidos na simples diferença (SD) estão sincronizados ao nível de milissegundos e o outro erro é o da fase de batimento da onda portadora. Contudo, quando é feito o posicionamento relativo estático, com duração de cerca de 20 minutos até algumas horas, são consideradas apenas as informações referentes à fase da onda portadora porque a sua precisão é muito melhor do que a da pseudodistância (MONICO, 2008).

Já no posicionamento diferencial (DGPS) são utilizadas as pseudodistâncias ou as pseudodistâncias filtradas pela portadora. Esse método também pode proporcionar uma boa precisão, de 0,5 a 3 m e necessita de apenas uma estação-base coletando informações adicionais. Portanto, é necessário um receptor estacionário, na base onde as coordenadas são previamente conhecidas, rastreando todos os satélites visíveis. O processamento dos dados realizado nessa estação permite o cálculo das pseudodistâncias e correção das coordenadas, que podem ser aplicadas às estações-móveis se estas estiverem próximas da base. Essa interpolação pode ser feita porque quando a estação-base está localizada próxima das estações-móveis há boa correlação entre os erros envolvidos dessas estações (MONICO, 2008)

Tendo em vista a possibilidade da melhoria da qualidade dos dados coletados com um sistema de posicionamento de baixo custo, esse trabalho visou a sua utilização em área de cobertura florestal. Sabe-se que o dossel da floresta acrescenta mais alguns erros à coleta de dados. Um deles é o erro de refração atmosférica que, de acordo com McCormac (2011), já ocorre naturalmente devido ao vapor d'água presente na troposfera, mas é intensificado pela evapotranspiração vegetação. O outro erro seria o de multicaminhamento, que está relacionado à reflexão do sinal transmitido pela copa das árvores antes de chegar ao receptor, ou seja, o sinal não atinge o receptor diretamente.

O aumento da precisão é imprescindível para atividades que ocorrem sob esse tipo de cobertura. Segundo Verancio et al. (2010), ao realizar o mapeamento de *Araucaria angustifolia* pelo método de posicionamento absoluto, a precisão média foi de 9 m, variando de 5 m a 14 m. Entretanto, para o seu trabalho era necessário uma precisão de no mínimo 4 m para que não houvesse confusão entre os indivíduos. Além dessa, diversas outras atividades podem ser beneficiadas com a melhoria da qualidade dos dados coletados por GPS de navegação, ampliando a disponibilidade de ferramentas que podem ser utilizadas pelos profissionais que trabalham em ambientes florestais.

2. Metodologia de trabalho

Esse trabalho foi desenvolvido na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, com um sistema de posicionamento GPS diferencial composto por um notebook com sistema operacional Windows 8.1 Single Language, 3 receptores GPS Garmin eTrex Legend e 1 cabo conversor da porta USB para Serial (imagem 1 e 2). Além desses equipamentos, foram utilizados diversos softwares, dentre eles o ASYNC e o GAR2RNX.



Imagem 1 e 2: A imagem 1, à esquerda, mostra o sistema para coleta de dados na estação base. Nela é possível observar os 3 equipamentos fundamentais: receptor GPS, computador e cabo conversor USB-SERIAL. A imagem 2, à direita, apresenta um receptor GPS móvel coletando dados em área florestal simultaneamente ao receptor da estação-base

No caso da estação-base, o receptor foi conectado ao computador através do cabo serial e os dados foram coletados em tempo real, utilizando o ASYNC, executado pelo MS-DOS, que gera um arquivo em formato binário. Este é convertido pelo GAR2RNX para o formato RINEX, podendo dessa forma ser processado por diferentes programas de pós-processamento.

Como mostra Galan (2001) no site onde está disponibilizado o software para download, foram utilizados os seguintes comandos para o trabalho:

async_1_23 -a -r -p (porta serial) -rinex -t 1800 -o (exemplo.g12) (1)

gar2rnx_1_48 (exemplo.g12)-etrex -area obs1 -f (2)

gar2rnx_1_48 (exemplo.g12) -nav -f -etrex -area NAV (3)

Também podem ser acessadas informações referentes a esses comandos, ao digitar a seguinte sentença:

async_1_23 -h (4)

O comando 1 foi utilizado no momento da coleta dos dados pela estação-base. Nele é necessário identificar a porta em que o receptor está conectado e isso pode ser facilmente visualizado ao acessar o Gerenciador de Dispositivos do Windows. Nesse trabalho foi utilizado a porta com1. Outro critério estabelecido aqui foi o tempo em segundos. Como foi realizada uma observação de 30 minutos, utilizou-se 1800 segundos.

Os comandos 2 e 3 não necessitam serem executados no campo, já que o receptor não precisa estar mais conectado ao computador. A função deles é converter o arquivo binário gerado em 1, em arquivos que compõem um RINEX.

Em seguida, os dados foram processados pelo software GNSS Solutions 3.6, tornando possível a correção da coordenada da estação base. Essa coordenada foi comparada à coordenada conhecida do ponto, previamente coletada com um receptor GNSS Topcon GR-3, conforme mostra a tabela 1:

Tabela 1- Coordenadas dos pontos previamente coletados com receptor GNSS submétrico

Local	E	N
Gramado	229988,05	7485815,60
Caixa	229904,77	7485834,73
Floresta	229946,88	7485738,75
Bosque	229944,29	7485797,46

Após esse tratamento dos dados da estação base e determinação do erro em relação à coordenada marcada com o Topcon, foi realizada a importação dos dados dos receptores móveis para o computador. Para isso foi necessário o software GPS TrackMaker 3.8, pois os dados desses aparelhos não puderam ser simplesmente copiados após a conexão no computador, como ocorre nos dispositivos USB. Feito isso, os erros de posicionamento calculados para as coordenadas da base, foram aplicados às coordenadas dos outros receptores, realizando a correção desses dados.

Foram feitas duas coletas, alternando o local da estação-base. Na coleta 1, o receptor da base foi disposto no bosque e os outros dois receptores móveis coletaram dados na floresta e no gramado. Na coleta 2, o receptor da base foi alocado na caixa e os outros dois receptores na floresta e no gramado. Portanto, apenas os receptores da base foram mudados de posição, com o objetivo de avaliar qual seria a melhor localização deles para a correção das coordenadas sob cobertura florestal.

3. Resultados e discussão

Realizado o pós-processamento dos dados foram obtidas as coordenadas com a sua respectiva acurácia para a coleta 1 (tabela 2).

Tabela 2 - Coordenadas corrigidas e acurácia dos pontos coletados pelos receptores móveis na coleta 1

Ponto	Coordenada E	ΔE	Coordenada N	ΔN
Gramado	229982,4097	-5,64234433	7485810,777	-4,82747
Floresta	229949,3238	2,443768385	7485739,915	1,165088

Nesse caso, o receptor da base estava localizado no bosque. Esperavam-se acurácias com maiores valores, já que os erros de multicaminhamento e de refração atmosféricas são intensificados nesse ambiente. No entanto, a floresta apresentou acurácia abaixo de 2,5 metros.

Mas, um fato interessante foi no gramado, onde as coordenadas do ponto foram coletadas a céu aberto, as acurácias apresentaram valores maiores do que na floresta. Isso pode ser explicado devido aos erros semelhantes aos da floresta, que são incluídos ao receptor da base, já que ambos estão em ambientes parecidos.

Na segunda coleta, onde o receptor da base foi alocado sob uma caixa d'água com coordenadas conhecidas, foram obtidas as acurácias e coordenadas corrigidas apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 - Coordenadas corrigidas e acurácia dos pontos coletados pelos receptores móveis na coleta 2

Ponto	Coordenada E	ΔE	Coordenada N	ΔN
Gramado	229988,4109	0,358888891	7485810,735	-4,86945
Floresta	229944,7685	-2,11150357	7485738,89	0,140354

Nesse caso, a acurácia apresentada pelas coordenadas dos pontos coletados na floresta também foram superiores àquelas coletadas no gramado. A variação foi de aproximadamente 2 metros a 0,14 metros. Esses valores de acurácia são muito melhores daqueles obtidos no método de posicionamento absoluto, que é o método comumente utilizado pelos usuários de GPS de navegação, conforme mostra Verancio et al. (2010) em seu trabalho. No entanto, essas acurácias ainda são muito inferiores às obtidas por Penha et al. (2009), que conseguiu valores abaixo de 10 centímetros.

4. Conclusões

A utilização desse sistema de posicionamento com correção diferencial mostrou ser eficiente para utilização em área com cobertura florestal, pois apresentou bons resultados quando comparados ao método de posicionamento absoluto. No entanto, as acurácias obtidas nesse trabalho ainda podem apresentar menores valores se implementadas algumas melhorias no sistema como, por exemplo, a utilização de uma antena externa

Foram encontradas algumas dificuldades relacionadas à desatualização dos softwares que realizam a coleta dos dados brutos e conversão dos para o formato RINEX. Para utilizá-lo é necessário realizar a coleta com receptores GPS antigos, que utilizam portas seriais, sendo necessário a adição de adaptadores. Mas, o maior problema é a impossibilidade de utilização desse sistema com GPS's de navegação atuais e com as novas tecnologias que poderiam inclusive, apresentarem melhores resultados.

5. Referências bibliográficas

GALAN, A. T. **Obtaining raw data from some Garmin units**. 2001. Disponível em: <<http://artico.lma.fi.upm.es/numerico/miembros/antonio/async/>>. Acesso: em 10 novembro. 2014.

KRUEGER, C. P.; TRANCHES JUNIOR, S. **Verificação da possibilidade em se realizar georreferenciamento de imóveis rurais através de observações da onda portadora L1 coletadas por meio de receptores GPS de navegação**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

McCORMAC, J. **Topografia**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Editora UNESP. 2008.

PENHA, J. W.; GUIMARÃES, N. A.; DIAS, J. S.; COSTA, M. F. Avaliação da acurácia dos dados pós-processados de receptores GPS de navegação na determinação de coordenadas planimétricas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 1843-1849

VENANCIO, D. L.; DISPERATI, A. A.; NEVES, R. V. Mapeamento da Araucaria angustifolia utilizando receptores GPS. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 391-398, 2010