

ANÁLISE PRELIMINAR DA PRECISÃO DE UM RECEPTOR GPS ARDUINO

CAIROS AUGUSTO KALLENBACH PACHECO¹
MÁBILA CORREA MAKRAKIS¹
SÉRGIO FLORÊNCIO DE SOUZA^{1,2}
FELIPE GEREMIA NIEVINSKI^{1,2}

¹ Programa de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil

² Laboratório de Pesquisas em Geodésia, Departamento de Geodésia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, Brasil

{cairos.pacheco, mabila.makrakis, sergio.florencio, felipe.nievinski}@ufrgs.br

RESUMO – A tecnologia GNSS pode ter diversas aplicações em estudos relacionados a geodésia, meio ambiente e monitoramento de desastres ambientais, porém possui seu uso restringido devido ao alto custo de aplicação, principalmente causado pelo valor de seus equipamentos. O desenvolvimento de equipamentos GPS de baixo custo tem como objetivo popularizar esta tecnologia, permitindo seu uso onde hoje, seja pelo custo, seja pela precisão alcançada, ela não é viável. Conforme pode ser visto neste artigo, é possível utilizar técnicas de filtragem e classificação de dados para gerar dados, focados aqui na altimetria, utilizando equipamentos com valor ínfimo, comparado aos tradicionais receptores de uma ou duas frequências comuns no meio Geodésico. Por se tratar de um estudo preliminar, não realizamos uma avaliação de precisão dos dados, apenas de dispersão de uma amostra estudada, e verificar a viabilidade de expansão desta linha de pesquisa. Mostrando-se promissor, este projeto abre um caminho para uso de GNSS em aplicações onde antes o elevado custo era proibitivo para esta tecnologia.

Palavras chave: GNSS, Geodésia, Altimetria, Baixo Custo.

ABSTRACT – The GNSS Technology can be used for several applications in researchers related to geodesy, environment and environmental disaster monitoring, but has its uses restrict by the high cost of application, principally caused by the equipment value. The development of low cost GPS equipment have as objective the popularization of this technology, allowing its uses where today, either by the high cost, or by the precision achieved, it isn't viable. As it may be seen in this article, it is possible to use filtering techniques and data classification to generate data, focused here on altimetry, using low cost equipment, compared to traditional receivers of one or two common frequencies used on geodetic area. Because it is a preliminary study, we do not realize an evaluation of the data precision, only the evaluation of the dispersion of the studied sample, and verify the viability of expansion of this research line. Showing itself promisor, this project opens a path to the use of GNSS in applications where high cost was a prohibitive for this technology.

Key words: GNSS, Geodesy, Altimetry, Low Cost.

1 INTRODUÇÃO

Ao mesmo tempo em que a Geodésia tem desenvolvido metodologias cada vez mais elaboradas para resolver problemas de posicionamento sobre a Terra, o custo destas soluções tem a tendência de aumentar. Este fato acaba restringindo o uso deste tipo de equipamentos em aplicações onde não haja segurança de deixá-los a mostra. O foco de um equipamento de baixo custo não está devidamente em sua precisão, mas sim no fato de que

ele não chame a atenção do público em geral, e, no caso de chamar, que seja de prática reposição (MONICO, 2008; PESYNA, 2015).

Neste trabalho, está sendo avaliada a precisão dos dados capturados por este equipamento para o monitoramento de altitude. Embora o período deste estudo seja curto, cabe avaliar a possibilidade de seu uso em, por exemplo, controle de deslizamentos, onde seria possível deixar um equipamento permanentemente ligado,

monitorando a situação do local, e emitindo um alerta ao detectar uma variação incomum de altitude (JO, 2013).

2 SISTEMA GNSS

Um advento recente da tecnologia, o posicionamento por satélites artificiais tem ganho amplo espaço em inúmeras áreas, dentre elas, a cartografia. O uso desta ferramenta possibilita a obtenção de coordenadas com elevado grau de precisão de uma forma prática e rápida, em regiões onde seria extremamente difícil realizar o transporte ou observação astronômica, conforme os modelos clássicos.

O funcionamento desta tecnologia compreende três sistemas distintos. Iniciamos pela constelação de satélites, que tem como função emitir os sinais que serão recebidos em solo, chamado pseudo-código, que permitem determinar a distância entre o satélite e o receptor, e fornecer informações aproximadas da posição do satélite. O segundo elemento é o receptor dos dados, que consiste no equipamento que interpreta estes sinais e os armazena, para o posterior processamento e obtenção das coordenadas. Por fim, há também um segmento de controle, que trabalha com a avaliação e manutenção do sistema como um todo (MONICO, 2008). Atualmente, estão em atividade plena os sistemas GPS (EUA) e GLONASS (Rússia), ainda tendo o sistema BDS local na China, e o Galileo, em desenvolvimento na União Européia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O Adafruit Ultimate GPS FeatherWing consiste em um equipamento de baixo custo que permite a aquisição de dados GPS da banda C/A, de forma semelhante a smartphones e GPS de navegação, podendo apresentar em tempo real uma posição aproximada do usuário (PESYNA, 2015). Para o armazenamento dos dados, esta placa é anexada ao Feather 32u4 Adalogger, que permite gravar os dados em uma memória externa ou diretamente em um computador. O valor do conjunto fica em US\$ 61,90.

Imagem 1 – Equipamento utilizado: Adafruit Ultimate GPS FeatherWing (MULTILÓGICA, 2017)



Como diferencial, neste equipamento armazenamos de forma contínua os dados coletados, em intervalos de 0,1 segundos, a fim de estudar a evolução temporal dos mesmos. Em sua implementação atual, o sistema necessita estar ligado a um computador ou smartphone para armazenar os dados, gerando um arquivo NMEA-GPS (MULTILOGICA, 2017).

Dada sua aplicação à avaliação de variações de altitude, por padrão, este equipamento fornece estes dados com precisão de 0,1 m, o que se pretende aprimorar em futuras pesquisas utilizando o mesmo.

4 PADRÕES DE ARQUIVOS DOS DADOS COLETADOS

Quando se trata de posicionamento de precisão, o padrão de arquivos mais conhecido é o RINEX (MONICO, 2008), composto, principalmente, por arquivos de navegação e observação dos satélites. Em compensação, o equipamento aqui utilizado trabalha com a transmissão dos dados no padrão NMEA-GPS (GPS INFORMATION ORG, 2017). Uma das principais diferenças entre os arquivos está em que o RINEX fornece apenas os dados brutos lidos do satélites, enquanto o NMEA-GPS fornece dados pré-processados, que podem ser interpretados de forma mais fácil.

4.1 Padrão de Dados NMEA-GPS

O arquivo NMEA-GPS é composto por blocos de dados, dos quais cada bloco corresponde a uma observação, conforme o intervalo de tempo já apresentado. Dentro de cada bloco, são fornecidas diversos grupos de informação, cada um em uma linha do bloco, e cada um identificado por um código, iniciado pelo símbolo \$. As informações presentes em cada grupo podem ser vistas detalhadamente nas referências do padrão, mas são compostas, principalmente, por informações de posição em Latitude e Longitude, altitude, DOPs (diluição da posição – uma das estimativas de qualidade da observação), satélites observados, dentre outros. Para este estudo em especial, foram filtradas as linhas com os códigos \$GPGGA (posição e HDOP), \$GPGSA (DOPs), \$GPGSV (informações dos satélites observados), \$GPRMC (posição, velocidade e tempo) e \$GPVTG (deslocamento do ponto observado) (GPS INFORMATION ORG, 2017).

5 PROCESSAMENTO DOS DADOS OBTIDOS

A partir dos dados observados, foi gerado um arquivo de observações, elaborado no dia 15 de Setembro de 2016, com uma duração de 112,4 segundos, sendo coletados 723 observações – houve a perda de uma parcela das observações esperadas, durante a leitura do ponto. Por padrão, este arquivo NMEA-GPS está em formato texto.

O estudo desenvolvido neste artigo consiste em obter uma estimativa da precisão dos dados altimétricos

adquiridos pelo equipamento de baixo custo. Desta forma, os dados de interesse são, principalmente, a estimativa de altitude e o VDOP, que permitem determinar a altitude do ponto observado e ter uma estimativa de sua qualidade. A altitude do ponto pode ser obtida diretamente na frase \$GPGGA, enquanto o VDOP pode ser obtido na frase \$GPGSV (PESYNA, 2015; PANY, 2013).

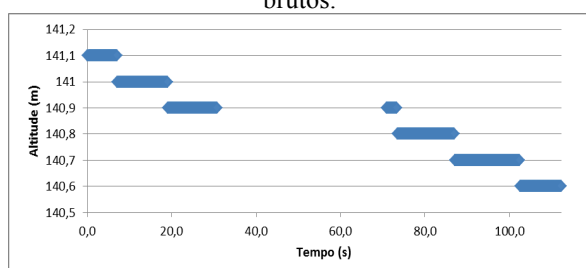
Desta forma, partindo do arquivo de dados brutos gerado pelo equipamento, o primeiro passo do processamento consiste em filtrar estas informações, para retirada apenas dos dados necessários ao estudo – altitude e VDOP. Para organizar os dados, também se selecionou as informações de tempo das observações. Após esta filtragem, o que se obtém é uma listagem, contendo apenas os dados desejados: data, hora, altitude e VDOP.

Com base nesta listagem, foi realizado um primeiro estudo, considerando a tabela como um todo, e estimando, para altitude, as médias normal, harmônica e ponderada pelo VDOP, e também a média do VDOP. Com estes resultados, foi gerada uma segunda tabela, que excluía valores de VDOP discrepantes (foram aceitos valores entre $+e - 1,5 \sigma$ sobre a média).

6 RESULTADOS

Com base nos processamentos realizados, foram elaborados estes dois primeiros gráficos, contendo a evolução temporal das observações, destacando a altimetria e VDOP:

Gráfico 1 – Relação entre altitude e tempo, para os dados brutos.



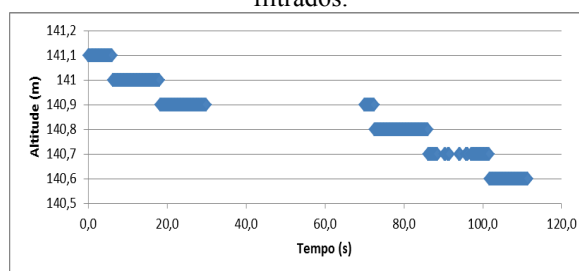
Destes dados, também foram obtidos os seguintes valores:

Tabela 1 – Variáveis estatísticas dos dados de altitude e VDOP, dos dados brutos.

| Variável | Altitude | VDOP |
|------------------------|----------|------|
| Média | 140,83 | 1,48 |
| Média Harmônica | 140,83 | - |
| Média Ponderada (VDOP) | 140,84 | - |
| Máximo | 141,1 | 6,02 |
| Mínimo | 140,6 | 0,99 |
| Desvio Padrão | 0,15 | 1,49 |

Realizando uma nova filtragem filtragem pelos dados com menor VDOP, restaram 651 observações, que geraram o seguinte gráfico:

Gráfico 2 – Relação entre altitude e tempo, para os dados filtrados.



A tabela a seguir apresenta as mesmas variáveis da tabela 1, aplicadas ao novo grupo de dados:

Tabela 2 – Variáveis estatísticas dos dados de altitude e VDOP, dos dados filtrados.

| Variável | Altitude | VDOP |
|------------------------|----------|------|
| Média | 140,84 | 0,99 |
| Média Harmônica | 140,84 | - |
| Média Ponderada (VDOP) | 140,84 | - |
| Máximo | 141,1 | 0,99 |
| Mínimo | 140,6 | 0,99 |
| Desvio Padrão | 0,15 | 0 |

Com base na análise dos gráficos, detectamos que houve um deslizamento da baliza onde o equipamento encontrava-se instalado, além da perda do sinal no intervalo aproximado entre 30 segundos e 70 segundos. Dado este defeito do equipamento, para mensurar a qualidade dos dados, foi realizado um procedimento, onde foram criadas duas linhas de tendência, uma para cada intervalo, e então estimadas as dispersões para estes dados. Assim, chegou-se ao valor de dispersão de 0,024 m, o que motiva a uma nova avaliação, mais precisa, deste experimento.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, podemos dizer que, dado o foco do artigo, obtivemos um desvio-padrão aceitável dos dados, assim tendo uma precisão que pode ser tida como tolerável para algumas aplicações. O valor médio da altitude ficou em 140,84 m, com desvio-padrão de 15 cm, decorrente, principalmente, do defeito no bastão utilizado, e avaliado após a época do experimento. O uso de um ponto de altitude conhecida também poderia ser utilizado para testar não somente a precisão, mas também a acurácia dos dados levantados.

Por fim, com relação à metodologia empregada, para a quantidade de dados levantada, e visto o desvio-padrão obtido, realizar a filtragem dos dados não apresentou uma mudança significativa na qualidade dos mesmos. O uso da média ponderada, utilizando o inverso do valor do VDOP, por sua vez, teve o mesmo resultado em ambos experimentos, sugerindo que o uso desta média, em dados brutos, pode ser adequada a situação. Desta forma, ficam abertos caminhos futuros para o aprimoramento deste estudo, que demonstra ter potencial

e aplicabilidade em áreas de controle de deslocamentos, com média precisão (JO, 2013).

REFERÊNCIAS

JO, H.; SIM, S.; TATKOWSKI, A.; SPENCER JR., B. F.; NELSON, M. E. Feasibility of Displacement Monitoring using Low-Cost GPS Recivers. **Structural Control and Health Monitoring**, v. 20, p. 1240-1254, 2013.

MÔNICO, J. F. G. **Posicionamento Pelo GNSS – Descrição, Fundamentos e Aplicações**. 2ª Edição. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 476p.

MULTILÓGICA. **Adafruit Ultimate GPS FeatherWing**. Disponível em <<https://multilogica-shop.com/adafruit-ultimate-gps-featherwing>>. Acesso: Abril de 2017.

GPS INFORMATION ORG. **NMEA Data**. Disponível em <<http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>>. Acesso: Março de 2017.

PANY, T.; FALK, N.; RIEDL, B.; STÖBER, C.; WINKEL, J. O.; SCHIMPL, F. Under Cover: Synthetic-Aperture GNSS Signal Processing. **GPS World**, Setembro de 2013, p. 42-49.

PESYNA, K. N.; HEATH R. W.; HUMPHREYS T. E. Accuracy in the Palm of Your Hand: Centimeter Positioning with a Smartphone-Quality GNSS Antenna. **GPS World**, Fevereiro de 2015, p. 16-31.

WEILL L. R. Conquering Multipatch: The GPS Accuracy Battle. **GPS World**, Abril de 1997, p. 59-66.