

Estudo de protótipo de posicionamento com GNSS RTK de baixo custo

Study of low cost prototype of GNSS RTK positioning

Thalles Felipe Kovalczuk Ribeiro
thallesribeiro@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Claudinei Rodrigues de Aguiar
rodrigues.aguiar@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

RESUMO

O sinal do sistema global de navegação (GNSS) está sujeito a erros, que influenciam diretamente na precisão do georreferenciamento, quando estes adentram a camada atmosférica, em especial a ionosfera. Para amenizar estes erros utilizam-se modelos matemáticos. O sistema de captação de sinais mais moderno empregado no meio civil atualmente é o *real-time kinematic* (RTK), porém seu custo de aquisição torna seu uso limitado a algumas aplicações. O objetivo deste trabalho é o estudo e desenvolvimento de um protótipo de posicionamento com GNSS RTK de baixo custo utilizando duas placas receptoras Reach RTK. Para isso, foram desenvolvidas estruturas de fixação de antena e receptores em conjunto com placas de diferentes diâmetros a fim de reduzir erros por multicaminhos em conjunto com receptores RTK acessíveis.

PALAVRAS-CHAVE: RTK. GNSS. ionosfera.

ABSTRACT

The global navigation system (GNSS) signal is subjected to errors, that directly affects the accuracy of georeferencing as they reach the atmospheric layer, especially the ionosphere. To reduce this kind of error, mathematical models are used. The most advanced GNSS signal receiver used in civilian practice today is the *real-time kinematic* (RTK), but its high cost limits its use to some applications. This study aims to develop a low cost RTK GNSS positioning prototype using two Reach RTK receivers. For this purpose, antenna and receiver attachment structures were developed and plates of different diameters were build in order to reduce multipath errors in conjunction with accessible RTK receivers.

KEYWORDS: Keyword one. Keyword two. Keyword tree.

Recebido: 29 ago. 2018.

Aprovado: 04 out. 2018.

Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.





INTRODUÇÃO

O Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS – Global Navigation Satellite System) foi desenvolvido com o objetivo de prover informações de posição, velocidade e tempo (PVT). O primeiro sistema desenvolvido com este objetivo foi o GPS (Global Positioning System) pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (USNO, 2018). Sua manutenção e implementação nos anos seguintes possibilitou sua grande difusão tornando-o o sistema mais utilizado atualmente.

A principal fonte de erro nos sinais GNSS é o dos sinais interpretados pelo receptor oriundos principalmente da camada ionosférica terrestre. A principal fonte deste está diretamente associada ao conteúdo total de elétrons livres (TEC- Total Electron Contents) presente ao longo da trajetória percorrida pelo sinal. Este erro, assim como o TEC, varia no tempo e no espaço e são influenciados por fatores como atividade solar, posicionamento terrestre em relação ao sol, entre outros.

O sistema de posicionamento RTK baseia-se na utilização de dois receptores coletando dados GNSS continuamente. Um deles deve ser posicionado em um ponto com coordenadas conhecidas, denominado base, e outro receptor deve ser posicionado em pontos de interesse próximos, sendo este denominado rover. Além disso, a resolução de ambiguidades entre as estações base e rover são quase instantâneas do tipo *on the fly* (OTF) ou *on the way* (OTW) (WILLGALIS et al., 2003).

Este trabalho focou-se no desenvolvimento de um protótipo para captação de sinais GNSS via real-time kinematic (RTK), seu pós-processamento através de software e sua análise de qualidade em levantamentos topográficos.

METODOLOGIA

Para desenvolvimento do protótipo foi realizado um esboço inicial da ideia utilizando-se como base as instruções fornecidas pelo fabricante do hardware *Emlid Reach RTK*. De acordo com EMLID (2018), recomenda-se o emprego de uma placa metálica de 100 mm abaixo da antena receptora do sinal GNSS a fim de evitar erros de leitura oriundos de sinais de satélite refletidos no solo (multicaminho) e em seguida captados pela antena, além de melhorar a recepção do sinal. Através desta observação em conjunto com o comprimento de onda portadora L1 captado, foram desenvolvidas três variações de tamanhos de placas a fim de observar o desempenho de cada uma quanto a amenização deste tipo de erro. Estas placas foram confeccionadas em chapa de Aço Galvanizado por imersão a quente, nos diâmetros de 38 cm, 19 cm e 9,5 cm, relativos ao dobro do comprimento de onda, do comprimento de onda e metade do comprimento de onda respectivamente.

A fim de otimizar a compatibilidade do protótipo, buscou-se utilizar equipamentos para suporte do conjunto comumente empregados em levantamentos topográficos através de estações totais e teodolitos, sendo estes bastões para suporte de prismas e tripé para bastão. Além disso, para correta fixação do conjunto, utilizou-se uma impressora 3D para confecção de peças

personalizadas para união do conjunto da placa com a antena receptora GNSS e o conjunto bastão e tripé.

Para melhor eficiência na montagem e desmontagem do equipamento, utilizou-se um sistema fixador de gancho e argola para fixação da antena em diferentes diâmetros de discos metálicos. Além disso, a fim de minimizar a ação do vento sobre a antena, utilizou-se um material a base de cortiça na união do suporte do disco com o bastão, permitindo uma boa fixação e bom desempenho em campo.

Na etapa de testes em campo, o levantamento foi padronizado em termos de local, horário e tempo de levantamento, bem como os equipamentos utilizados. O local do levantamento foram dois pontos conhecidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Apucarana, nestes pontos são encontrados marcos executados em concreto com chapas metálicas indicativas do ponto exato do levantamento. Os levantamentos utilizando-se do protótipo foram executados no período vespertino, próximo ao intervalo das 14h00 às 17h30, totalizando aproximadamente 3h30 de captação de sinais GNSS, permitindo a padronização dos satélites captados.

Após a captação dos pontos os arquivos RINEX 3.0 registrados foram processados pelo *software* RTKLIB 2.4.2 (TAKASU, 2013), distribuído sob a licença BSD-2-*Clause*, a fim de aplicar o pós processamento do tipo estático e cinemático. Neste processamento, fixou-se como base a estação RBMC localizada no município de Maringá (PRMA), cujas coordenadas conhecidas são disponibilizadas pelo IBGE. A fim de um processamento com maior acurácia, utilizou-se o *software online* TREVel (PROL et al., 2014) disponibilizado pelo Grupo de Estudos e Pesquisa Geodésica da UNESP para atualização das coordenadas da estação. Através do pós-processamento pôde-se comparar as coordenadas obtidas através do *Emlid Reach RTK*, com variação dos discos, com as coordenadas reais dos marcos levantados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As captações dos pontos conhecidos no campus foram realizadas nos dias 10/07/2018, 11/07/2018, 13/07/2018 e 17/07/2018. As coordenadas conhecidas de cada ponto são exibidas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Coordenadas dos pontos conhecidos

Ponto	X (m)	Y (m)	Z (m)
E004	3.647.828,0880	-4.574.350,9480	-2.533.123,6840
E005	3.647.895,0580	-4.574.329,3200	-2.533.055,4560

Fonte: Autoria Própria (2018).

Após os registros dos dados e pós processamento no *software* RTKLib obteve-se um conjunto de coordenadas. O valor médio das coordenadas cartesianas (X, Y e Z) obtidas deste processamento são apresentadas abaixo na Tabela 2.

Tabela 2 – Coordenadas processadas pelo RTK

Dia	-	X (m)	Y (m)	Z (m)
10/07	E004 Cinemático	– 3.647.823,1611	-4.574.344,0056	-2.533.120,1854
	E004 - Estático	3.647.823,1611	-4.574.344,0056	-2.533.120,1854
	E005 - Cinemático	3.647.892,3814	-4.574.324,5191	-2.533.053,2464
	E005 - Estático	3.647.892,3814	-4.574.324,5191	-2.533.053,2464
11/07	E004 Cinemático	– 3.647.822,6632	-4.574.343,5172	-2.533.119,8392
	E004 - Estático	3.647.822,6632	-4.574.343,5172	-2.533.119,8392
	E005 - Cinemático	3.647.891,8562	-4.574.324,3021	-2.533.053,0296
	E005 - Estático	3.647.891,8562	-4.574.324,3021	-2.533.053,0296
13/07	E004 Cinemático	– 3.647.822,4825	-4.574.343,3028	-2.533.119,9387
	E004 - Estático	3.647.822,4825	-4.574.343,3028	-2.533.119,9387
	E005 - Cinemático	3.647.891,8765	-4.574.324,4100	-2.533.053,1738
	E005 - Estático	3.647.891,8765	-4.574.324,4100	-2.533.053,1738
17/07	E004 Cinemático	– 3.647.822,5901	-4.574.343,5178	-2.533.120,1996
	E004 - Estático	3.647.822,5901	-4.574.343,5178	-2.533.120,1996
	E005 - Cinemático	3.647.891,9564	-4.574.324,2302	-2.533.053,3051
	E005 - Estático	3.647.891,9564	-4.574.324,2302	-2.533.053,3051

Fonte: Autoria própria (2018).

Para melhor análise dos valores obtidos realizou-se o cálculo de discrepâncias entre as coordenadas conhecidas e obtidas, estes valores são apresentados nos quadros 1, 2, 3 e 4 a seguir.

Quadro 1 – Desvio padrão das médias de coordenadas do dia 10/07

Ponto	-	X (m)	Y (m)	Z (m)
E004	Cinético	4,9269	-6,9424	-4,4986
	Estático	4,9269	-6,9424	-4,4986
E005	Cinético	2,6766	-4,8009	-2,2096
	Estático	2,6766	-4,8009	-2,2096

Fonte: Autoria própria (2018).

Quadro 2 – Discrepâncias médias de coordenadas do dia 11/07

Ponto	-	X (m)	Y (m)	Z (m)
E004	Cinético	-5,4248	7,4308	4,8448
	Estático	-5,4248	7,4308	4,8448
E005	Cinético	3,2018	-5,0179	-2,4264
	Estático	3,2018	-5,0179	-2,4264

Fonte: Autoria própria (2018).

Quadro 3 – Discrepâncias médias de coordenadas do dia 13/07

Ponto	-	X (m)	Y (m)	Z (m)
E004	Cinético	5,6055	-7,6452	-4,7453
	Estático	5,6055	-7,6452	-4,7453
E005	Cinético	3,1815	-4,9100	-2,2822
	Estático	3,1815	-4,9100	-2,2822

Fonte: Autoria própria (2018).

Quadro 4 – Discrepâncias médias de coordenadas do dia 17/07

Ponto	-	X (m)	Y (m)	Z (m)
E004	Cinético	5,4979	-7,4302	-4,4844
	Estático	5,4979	-7,4302	-4,4844
E005	Cinético	3,1016	-19,2870	-66,5341
	Estático	3,1016	-19,2870	-66,5341

Fonte: Autoria própria (2018).

Pela análise das coordenadas obtidas, observa-se uma pequena variação em termos de coordenadas, porém uma maior discrepância em termos da coordenada Y. Através do emprego deste equipamento, obteve-se uma precisão boa principalmente quando considerada a discrepância de valores para aquisição do *Emlid Reach RTK* frente a um equipamento RTK direcionado para levantamentos topográficos.

CONCLUSÃO

A aplicação do *hardware* Emlid Reach RTK com o pós-processamento realizado via *software* RTKLib mostrou um desempenho satisfatório e com acurácia próxima a de um equipamento RTK desenvolvido para este fim. O emprego dos discos de tamanhos variados teve baixo impacto, sendo mais perceptível nos dados de altura registrados.

Através das observações, nota-se que o protótipo apresenta desempenho promissor, sendo de grande importância sua implementação a fim de otimizar a acurácia tornando o acesso a um sistema RTK facilitado.



REFERÊNCIAS

EMLID. **Antenna placement**. Disponível em:

<<https://docs.emlid.com/reach/antenna-placement/>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

PROL, F. S.; MARCATO JUNIOR, J.; NIEVINSK, F. G.; GOMES, R. L.; PARANHOS FILHO, A. C. Transformação entre referenciais e cálculo de velocidades através do aplicativo web TREVel. Revista Brasileira de Cartografia, N° 66/3, p. 569-579, 2014.

TAKASU, T. **RTKLIB: An Open Source Program Package for GNSS Positioning**. ver. 2.4.2. Japan: Tokio. 2013.

USNO. **GPS SYSTEM DESCRIPTION**. Disponível em:

<<ftp://tycho.usno.navy.mil/pub/gps/gpsgy.txt>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

WILLGALIS, S. ; SEEBER, G. ; KRUEGER, C. P. ; ROMÃO, V. M. C. **A real time GPS reference network for cadastral surveys in Recife, Brazil**. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 55, n. 01, p. 01-10, 2003.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária pelo apoio financeiro com bolsa de iniciação científica; ao IBGE, pelo fornecimento dos dados GNSS das estações RBMC; ao IGS, pelo fornecimento dos Mapas Globais da ionosfera e a ao Grupo de Estudos e Pesquisa Geodésica da UNESP pela disponibilização do software online TREVel.