

**11ª Jornada Científica e  
Tecnológica do IFSULDEMINAS**  
& **8º Simpósio de  
Pós-Graduação**

**AVALIAÇÃO DAS COORDENADAS OBTIDAS POR MEIO DA TÉCNICA DE  
SUAVIZAÇÃO DA PSEUDODISTÂNCIA DO CÓDIGO PELA FASE DA ONDA  
PORTADORA PROCESSADAS COM DIFERENTES LINHAS DE BASE**

**Sarah M. COSTA<sup>1</sup>; Ana B. B. ALVEZ<sup>1</sup>; Monieli K. DOMINGUES<sup>1</sup>; Paulo A. F. BORGES<sup>2</sup>**

**RESUMO**

Saber a posição em que se encontra se tornou uma necessidade e uma facilidade nos dias atuais, uma vez que devido aos avanços tecnológicos, existem muitos métodos para a coleta deste tipo de informação, entretanto alguns métodos são mais preciso que outros, e para alguns tipos de trabalhos é importante que o aparelho utilizado para determinar a posição tenha um alto nível de precisão. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade do posicionamento relativo utilizando-se da técnica de suavização da pseudodistância do código por meio da fase da onda portadora, em função da distância para as bases de referência utilizadas no pós-processamento. Os resultados indicam que a utilização de bases mais próximas e com menores taxas de gravação proporcionam a melhor acurácia.

**Palavras-chave:** NTRIP; Código C/A; Mapeamento.

**1. INTRODUÇÃO**

Um dos métodos de posicionamento utilizado para fins de levantamentos cadastrais é o método de posicionamento relativo pelo código C/A pós-processado, o qual utiliza a técnica de filtragem de Kalman, para solucionar problemas lineares relacionados a filtragem de dados discretos (MARQUES, 2009).

O filtro de Kalman tem como propósito utilizar medições realizadas ao longo do tempo e gerar resultados que tendem a se aproximar dos valores reais das grandezas medidas e valores associados, calculando uma média ponderada entre o valor predito e o valor medido (AIUBE, 2005). O sistema GNSS é suscetível a observações anômalas à precisão da convencional filtragem de Kalman, pois esta é muito eficiente para sistemas onde há ruídos durante os processos (ZHAO e JI, 2016).

A suavização pela portadora L1 consiste na utilização da fase da portadora para assim conseguir suavizar as medidas da pseudodistância dos códigos, aproveitando o baixo ruído das medidas de fase, em milímetros, para reduzir as medidas do código que são de alguns metros. (SEJAS,

---

1 Alunas, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: sarahmoreira1911@gmail.com; bia-bueno75@gmail.com; monidomingues98@gmail.com.

2 Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: paulo.borges@ifsuldeminas.edu.br.

2005). Entre os sinais transmitidos pelos satélites do sistema NAVSTAR GPS incluem-se os códigos C/A e o código P. Cada satélite GPS transmite dois sinais para os propósitos de posicionamento, o sinal L1 e o sinal L2, modulados na portadora L1 estão os dois códigos pseudoaleatórios (PRN) C/A e Y referente ao código P criptografado (MONICO, 2008).

O objetivo desse trabalho é avaliar a qualidade do posicionamento pelo código C/A pós-processado analisando-se as discrepâncias das coordenadas obtidas por este método, quando se utiliza de bases posicionadas em diferentes distâncias, em relação a métodos de posicionamento GNSS mais precisos, tais como o método relativo estático e o método relativo cinemático em tempo real obtendo-se as correções via *internet*, também conhecidas como correções NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na pista de atletismo do Poliesportivo do IFSULDEMINAS - *Campus Inconfidentes* coletando-se dados sobre sete marcos e sobre as guias que delimitam a área. As coordenadas foram obtidas através do processamento dos dados coletados com o receptor GPS Mobile Mapper 6 (que permite o rastreamento dos sinais L1 e C/A) utilizando-se de bases posicionadas em diferentes distâncias, avaliando-se as discrepâncias em relação às coordenadas obtidas a partir de um levantamento pelo método relativo estático.

O receptor GPS Mobile Mapper 6 permite a coleta e armazenamento dos dados das observáveis pseudodistância (obtida com o código C/A) e fase da onda portadora L1, para posterior pós-processamento pelo método relativo. Deste equipamento, foram utilizados os recursos de área, linha e ponto para coletar as coordenadas da pista de atletismo, da guia e dos marcos respectivamente.

Foi instalada uma base no pilar número SAT93949, na lavanderia do IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*, a qual coletou dados a cada um segundo no método estático.

O processamento dos dados obtidos com o GPS Mobile Mapper 6 foi realizado no software Mobile Mapper Office v. 4.8, e para isso foram utilizadas diferentes bases: a base instalada na lavanderia e as bases da RBMC de Inconfidentes, Bragança Paulista, Campinas, São Paulo, Sorocaba e Franca.

Visando avaliar as discrepâncias dos vértices obtidos com os recursos de linha e área do Mobile Mapper 6, utilizou-se outro equipamento mais preciso, o Receptor GNSS L1/L2 ProMark 220, com o método NTRIP, onde foram obtidos os dados em tempo real para determinação das coordenadas de referência para a área e a guia. Durante o levantamento observou-se a obtenção de solução FIXA para os vetores, garantindo-se assim, acurácia da ordem do centímetro para as coordenadas dos vértices das feições levantadas.

Para a junção dos dados obtidos nos dois levantamentos com os dados do método relativo estático, utilizou-se o software DataGeosis Office, onde foi feito um desenho para cada levantamento respectivamente, podendo assim visualizar os processamentos que mais se aproximam do esperado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados obtidos é possível perceber que quanto maior a distância da base até o local do levantamento, maior será o erro. Na comparação das coordenadas dos marcos, notou-se que na coordenada E o maior erro apresentado foi de -1,0852 m, que foi resultado do processamento com a base POLI (São Paulo), que está localizada a aproximadamente 187,5 km, já na coordenada N o maior erro foi de 1,398 m resultado do processamento com a base SPFR (Franca), localizada a uma distância aproximadamente de 316,7 km. O maior erro representado na comparação da altura foi de 3,4450 m, para o processamento com a base POLI (São Paulo). As bases utilizadas para os processamentos são da RBMC.

Os erros representados nos gráficos foram obtidos a partir da diferença entre os valores observados e os valores esperados das mesmas.

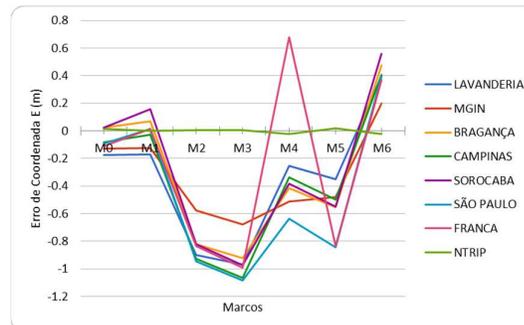


Figura 1-Erro na coordenada E

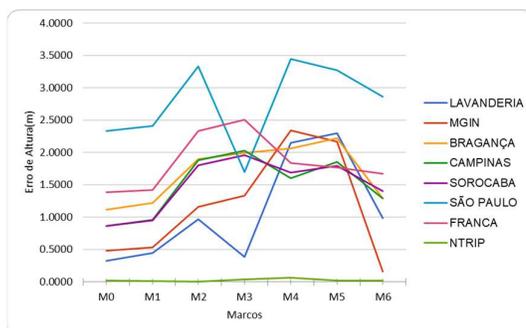


Figura 2-Erro na altura

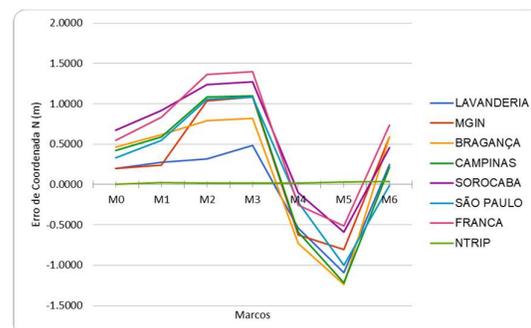


Figura 3-Erro na coordenada N

Através das comparações realizadas, é possível observar que os dados que mais se aproximaram do esperado foram aqueles processados com a base instalada na lavanderia do campus e os que menos se aproximaram foram os processados com a base POLI (São Paulo), como já era

esperado. Na comparação da guia e da área com o levantamento realizado com o NTRIP, temos que o maior erro para a área foi de aproximadamente 0,566 m utilizando a linha de base SPBP, e para a guia o maior erro é de 0,785 m para a base SPC1, o que é mostrado nas imagens:

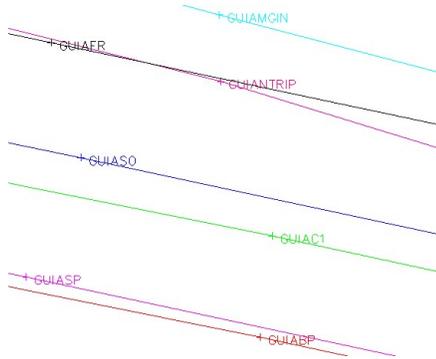


Figura 4- Comparação da guia

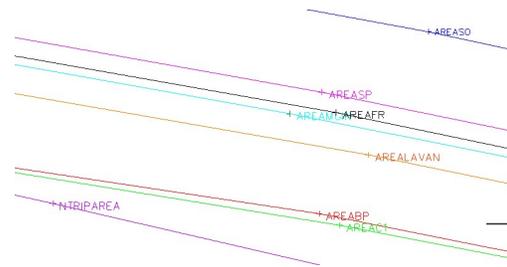


Figura 5- Comparação da área

#### 4. CONCLUSÕES

É possível concluir que os levantamentos feitos com Mobile Mapper apresentam discrepâncias representativas, principalmente quando os processamentos são realizados com bases muito distantes do local de coleta dos dados.

#### REFERÊNCIAS

AIUBE, Fernando A. L. **Modelagem dos preços futuros de commodities: abordagem pelo filtro de partículas**. 2005. 92f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SEJAS, Mauricio I. **Suavização da pseudodistância pela fase da onda portadora – análise da técnica**. 2005. p.281-282. Dissertação (Mestrado) – 64f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MONICO, João Francisco G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. 2.ed. - São Paulo: Unesp,2008.

MARQUES, Reinaldo A.G. **Filtro de Kalman Restrito na Análise de Estilo Semi-Forte de Fundos Atuariais**. 2009. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=14342@1>>. Acesso em: 31 julho.2019.

JI\*, Qiang; ZHAO, Hao-guang. **Kalman Filtering Method for GNSS/INS Integrated Navigation**. 2016. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/207c/48f958fabab5c2313698473db42fd17cac1b.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2019.