SIMPOSIO SIRGAS 2021
Del 29 de noviembre al 01 de diciembre de 2021

MEDIÇÃO DA MARÉ A PARTIR DA VARIAÇÃO DAS ALTITUDES ELIPSOIDAIS DE UMA EMBARCAÇÃO: ESTUDO DE METODOLOGIA UTILIZANDO POSICIONAMENTO GNSS

VALSilva[1], FRSantana[2] , DBMAlves[1], CPKrueger[2]

[1]FCT/UNESP- Universidade Estadual Paulista-Presidente Prudente, Brasil.
[2]UFPR – Universidade Federal do Paraná.

INTRODUÇÃO,

Com a possibilidade de realizar o posicionamento vertical com a acurácia centimétrica, a tecnologia GNSS passou a ser utilizada também na maregrafia, cujas aplicações são diversas, indo desde a Engenharia Costeira à Hidrografia.

Nesse contexto, atualmente, pesquisas vem sendo realizadas, possibilitando a criação e a melhoria em procedimentos práticos, que podem resultar em um aumento da acurácia dos resultados.

OBJETIVO

Encontrar uma metodologia para o processamento de dados GNSS obtidos num receptor embarcado em um Navio, utilizando o software RTKLIB 2.4.2. Os resultados do posicionamento vertical serão comparados com a maré da região em termos quantitativos. Por fim, será realizada análise harmônica dos dados obtidos.

METODOLOGIA

Região: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil.

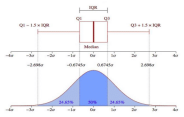
Coleta de dados do marégrafo da Ponta da Armação (Referência).

Fonte: Google Earth

Fonte: Google Earth

Posicionamento Cinemático Relativo Pós-processado:
- Estação de referência: RJNI – Estação RBMC de Niterói.
- Estação Rover: Receptor embarcado no Aviso de Pesquisa Hidroceanográfico Aspirante Moura.
- Linha de base: 1,4 Km.
- Período: 1º a 09 de julho de 2019

Processamento:
- Posicionamento GNSS: RTKLIB 2.4.2.
- Efemérides precisas e correções de relógio.
- Ionosfera e troposfera não foram modeladas.



FONTE: Zheng (2021)

Pós-processamento:
- Retirada de *Outliers* com filtro de Box-Plot e amortecimento da curva com filtro de média móvel – *software* MATLAB.

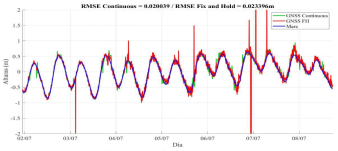
Análise Harmônica:
- Análise espectral cruzada: Obtenção de constantes harmônicas de uma estação maregráfica com pequeno período de observação (mínimo recomendado, 10 dias), por meio das constantes de outra estação com comportamentos similares. Realizado pelo *software* PACMare 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PROCESSAMENTO GNSS

Após a realização de diversos testes, verificou-se que a máscara de elevação mas eficiente para o caso em estudo foi a de 10º.

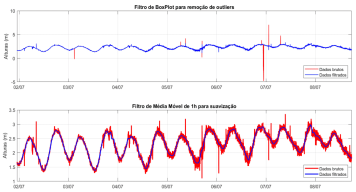
Em seguida, foram comparados os dados de posicionamento com os métodos de resolução da ambiguidade *Fix and Hold* e *Continuous*, tendo como base a maré local.



Ao analisar o gráfico, verifica-se que o método *Continuous*, quando comparado ao *Fix and Hold*, apresenta um erro quadrático médio menor, além de apresentar menos *Outliers*, sendo os dados resultantes desse método escolhidos para o fase de pós-processamento.

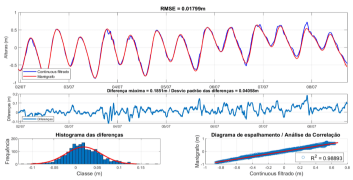
PÓS-PROCESSAMENTO

A aplicação do filtro de Box-Plot resultou na retirada de 9 valores fora de escala (*Outliers*), reduzindo o valor do desvio padrão de 0,459 para 0,403 metros (12%).



A escolha do valor do filtro de média móvel foi realizada de forma empírica, buscando aliar a máxima suavização da curva com a menor perda de dados possível.
O valor escolhido foi o de 1 hora.

ANÁLISE DA ACURÁCIA



Como se pode observar, o Coeficiente de Correlação se aproxima de 0,99, indicando a alta similaridade dos dados. A acurácia quando comparada à maré local é de, aproximadamente, 4,0 cm.

ANÁLISE HARMÔNICA

Com os dados apresentando comportamentos similares, foi possível realizar a análise espectral cruzada, obtendo as constantes harmônicas, e respectivas acurácias, do receptor embarcado por meio das constantes do mesmo marégrafo de referência obtidas após 2 anos de observação.

Constantes Harmônicas	Marégrafo (cm) (2 anos)	Navio (cm) (7,5 dias)
O1	11,19 ± 0,26	10,46 ± 1,18
K1	6,38 ± 0,26	5,95 ± 0,94
P1	2,67 ± 0,26	2,49 ± 0,95
M2	34,47 ± 0,18	30,20 ± 4,41
S2	19,26 ± 0,18	17,29 ± 4,24

Dentre as diversas utilidades da obtenção das constantes harmônicas, destaca-se o cálculo do Nível de Redução (NR), atualmente utilizado como o *datum* das Cartas Náuticas Internacionais, conforme normatiza a Organização Hidrográfica Internacional (OHI).

CONCLUSÃO

A partir do presente estudo, é possível concluir que, por meio de um receptor embarcado em um navio é possível, aplicando a metodologia descrita, extrair dados maregráficos, com acurácia centimétrica. Por fim, estes podem ser aplicados às mais variadas finalidades, conforme queira o usuário.

REFERÊNCIAS

FRANCO, A. S. (2009). Marés. Fundamentos, Análise e Previsão. 2ª edição.

TAKASU, T., YASUDA, A. (2013). *RTKLIB ver. 2.4.2 Manual. C*, 181. Disponível em: < http://www.rtklib.com/rtklib.htm>. Acesso em: 14 dez. 2020.

ZHENG J. WHAT IS BOX PLOT? 2021. Disponível em: https://jingwen-z.github.io/what-is-box-plot/. Acesso em 14 nov 2021.