

APLICAÇÃO DE DADOS GNSS PARA O MONITORAMENTO DE DINÂMICA COSTEIRA DA PORÇÃO NE DO MUNICÍPIO DE ILHA COMPRIDA – SP

Taís Chamelet¹
Jhonnes Alberto Vaz¹
Gilberto Pessanha Ribeiro²

¹ Laboratório de Sustentabilidade – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas -
Universidade Católica de Santos – Avenida Conselheiro Nébias, 300, CEP – Santos –
SP, Brasil

taischamelet@hotmail.com
jhonnes.vaz@unisantos.br

² Universidade Federal de São Paulo - Departamento de Ciências do Mar
Av. Almirante Saldanha da Gama, 89 - Ponta da Praia - Santos/SP - CEP: 11.030-400
gilberto.unifesp@gmail.com

Abstract. The great dynamics of the coastal zone is associated to natural processes, such as anthropic that accelerate and emphasize the effects of erosion. The area of study of this project consists in the NE portion of Ilha Comprida, located in the Cananéia - Iguape lagoon region, São Paulo coast. This area has large indices of erosion that were intensified by anthropic actions, in this case the opening of the artificial channel Vale Grande in 1852, which connects Ribeira de Iguape River to the Mar Pequeno sea. In this scenario, it is evidenced the necessity of monitoring, considering the site's high dynamic. The objective of this work is to evaluate the use of GNSS data for monitoring the coastal dynamics, applying the method on the NE portion of Ilha Comprida - SP. The data used on the research were collected in 5 fields in the years of 2015 and 2016, a GNSS receptor provided data acquired every one second of the vegetation line on the sand track. Through this data, there was obtained the propagation velocity vector of the island to NE. After the analyses of the vegetation line, it was concluded that the use of GNSS data is needed and through it is possible to do costal dynamics analysis, not only for determining the velocity vector, but also other related demands.

Palavras-chave: Valo Grande, erosão, progradação, erosion, GPS.

1. Introdução

“A orla marítima constitui a faixa de contato da terra firme com um corpo de água e pode ser formada por sedimentos não consolidados (praias e feições associadas) ou rochas e sedimentos consolidados” (MUEHE, 2004). A alta dinâmica dessa zona está associada tanto a processos naturais, como a processos antrópicos que aceleram e potencializam os efeitos da erosão, conferindo à orla peculiaridades que requerem esforços permanentes para manutenção de seu equilíbrio dinâmico.

A Ilha Comprida, em especial a sua extremidade Nordeste, local de estudo deste trabalho, está localizada (figura 1) do litoral sul de São Paulo e juntamente com outras três grandes ilhas, ilha de Iguape, Ilha de Cananéia, Ilha do Cardoso, forma a “região lagunar Cananéia-Iguape”. A área tem grandes indícios de erosões que foram intensificadas por ações antrópicas, neste caso pela abertura do canal artificial Valo Grande, em 1852, que liga o rio Ribeira de Iguape ao Mar pequeno.

Os problemas procedentes da abertura do Valo Grande (figura 2), que incluem erosão e progradação, ocasionam o crescimento da ilha para NE, além da destruição de construções (figura 3 e 4) no local. A partir desse cenário, fica evidente a importância do monitoramento de áreas costeiras com alta dinâmica. O objetivo do presente trabalho visa avaliar o uso de dados GNSS para o monitoramento de dinâmica costeira, aplicando o método na porção NE da Ilha Comprida – SP.

para levantamento de dados GNSS que, posteriormente foram trabalhados, compondo assim a terceira etapa da metodologia.

2.1. Estudo do Problema

A primeira etapa consistiu em levantamento bibliográfico detalhado de estudos já publicados sobre a área, a fim de compreender a dinâmica costeira local, visto que, no tempo do império, este foi um ambiente que despertou interesse pelo acesso ao continente, o que influenciou diversos registros históricos. Esta etapa foi complementada com os dados de trabalhos de campo realizados no ano 2015 e 2016, que serão posteriormente detalhados.

2.2. Coleta de Dados

Para a segunda etapa utilizou-se os dados levantados em trabalhos de campo, totalizando 5 idas a campo para a coleta (Maio, Agosto e Novembro de 2015 e Fevereiro e Maio de 2016). Esta etapa do trabalho foi realizada em conjunto com a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), e financiada pelo CNPq (Edital Universal 2014) como parte do projeto de pesquisa intitulado “Evolução da extremidade NE da Ilha Comprida (SP) e sua relação com variáveis climáticas e oceanográficas na escala de tempo histórica”, o projeto é liderado pelo Prof. Dr. Carlos Conforti Ferreira Guedes da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e com a participação dos docentes: Prof. Dr. Gilberto Pessanha Ribeiro do Departamento de Ciências do Mar da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e o Prof. Me. Jhonnnes Alberto Vaz da Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), cada um em sua especialidade nas áreas de Geologia; Cartografia e Geoprocessamento; Geodésia e GNSS.

Nos campos, a coleta de dados foi realizada através de receptores GPS (Global Positioning System) Garmin Map 60Cx e GNSS (Global Navigation Satellite System) Altus APS-3, que opera com sinal L1 na porta portadora e com sinal L1/L2, receptor geodésico de dupla frequência respectivamente.

Para o monitoramento das feições costeiras como linha de costa (linha da vegetação e crista de praia atual), perfis de praia e cordões litorâneos (praias e dunas), foram quantificadas geometricamente suas formas e extensões num trecho Nordeste da ilha, percorrendo-se a linha de praia longitudinalmente cadastrando a linha de vegetação que caracteriza a crista de praia, onde o receptor, programado para armazenar dados com o intervalo de coleta de um segundo no modo cinemático, gerou um conjunto em torno de 43.000 pontos coletados em cada levantamento, que nos permitiu avaliar a variação da topografia da faixa de areia, bem como a movimentação dos sedimentos nos diferentes períodos em que os levantamentos foram executados.

Os dados GNSS coletados em campo foram processados utilizando o serviço PPP-IBGE (Posicionamento por Ponto Preciso), disponível gratuitamente na página oficial do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

2.3. Análise de Dados

Os arquivos kml (Keyhole Markup Language) gerados a partir do processamento utilizando o PPP-IBGE, foram importados para o software QGIS, onde foram geradas linhas de costa referentes aos respectivos campos.

A partir das linhas, gerou-se uma nova camada de linhas em .shp (shapefile) onde quantificou-se a distância entre os mesmos em intervalos de 50m (shapefile de grade 50 m x 50 m), a fim de utilizar essa distância para calcular o vetor velocidade da dinâmica costeira

local. Partindo de cerca de 100 pontos e suas coordenadas, calculou-se novamente as distâncias, a fim de conferir o valor das mesmas, as coordenadas foram dispostas na seguinte fórmula, através do software Excel:

$$= \text{SQRT}(((x^1 - x^2)^2) + ((y^1 - y^2)^2))$$

Onde:

x^1 = coordenada E do primeiro campo a ser comparado (exemplo, campo de Maio_2015)

x^2 = coordenada E do segundo campo a ser comparado (exemplo, campo de Agosto_2015)

y^1 = coordenada N do primeiro campo a ser comparado (exemplo, campo de Maio_2015)

y^2 = coordenada N do segundo campo a ser comparado (exemplo, campo de Agosto_2015)

Com o valor das distâncias conferido, dividiu-se o mesmo entre o número de dias dos campos (exemplo, primeiro campo dia 22 de Maio de 2015 e segundo campo dia 20 de Agosto de 2015, 90 dias corridos entre os dois), e multiplicou-se por 360, resultando assim, no valor do vetor velocidade, em m/ano.

3. Resultados e Discussão

Os levantamentos resultaram em linhas que foram dispostas em fotos aerofotogramétricas datadas de 1962, 2000 e 2010, onde fica evidente a progradação da ilha para NE ao passar dos anos.

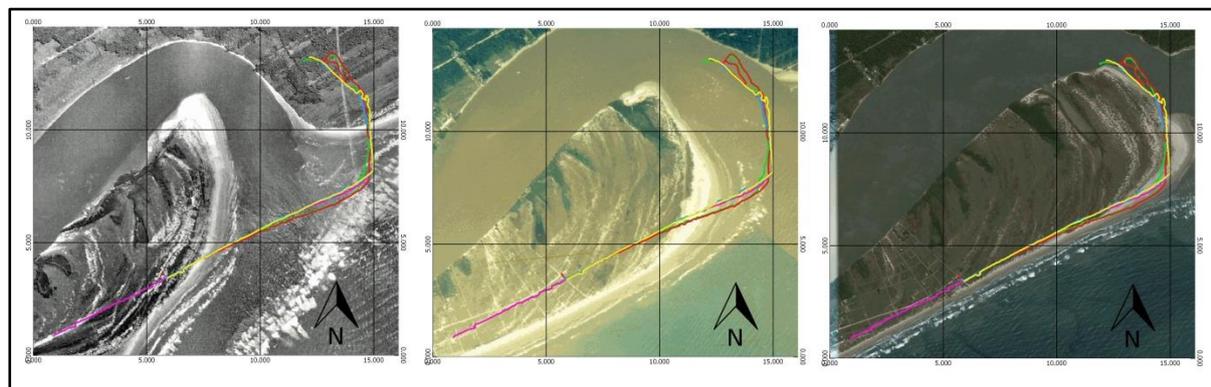


Figura 5. Comparação de fotos dos anos de 1962, 2000, 2010, respectivamente, com linhas dos levantamentos de 2015/2016.

Para melhor compreensão das variações das linhas de vegetação entre os campos, foi produzida um prancha, com detalhe das linhas, onde pode-se observar que, em alguns locais a variação entre os campos é visivelmente grande.

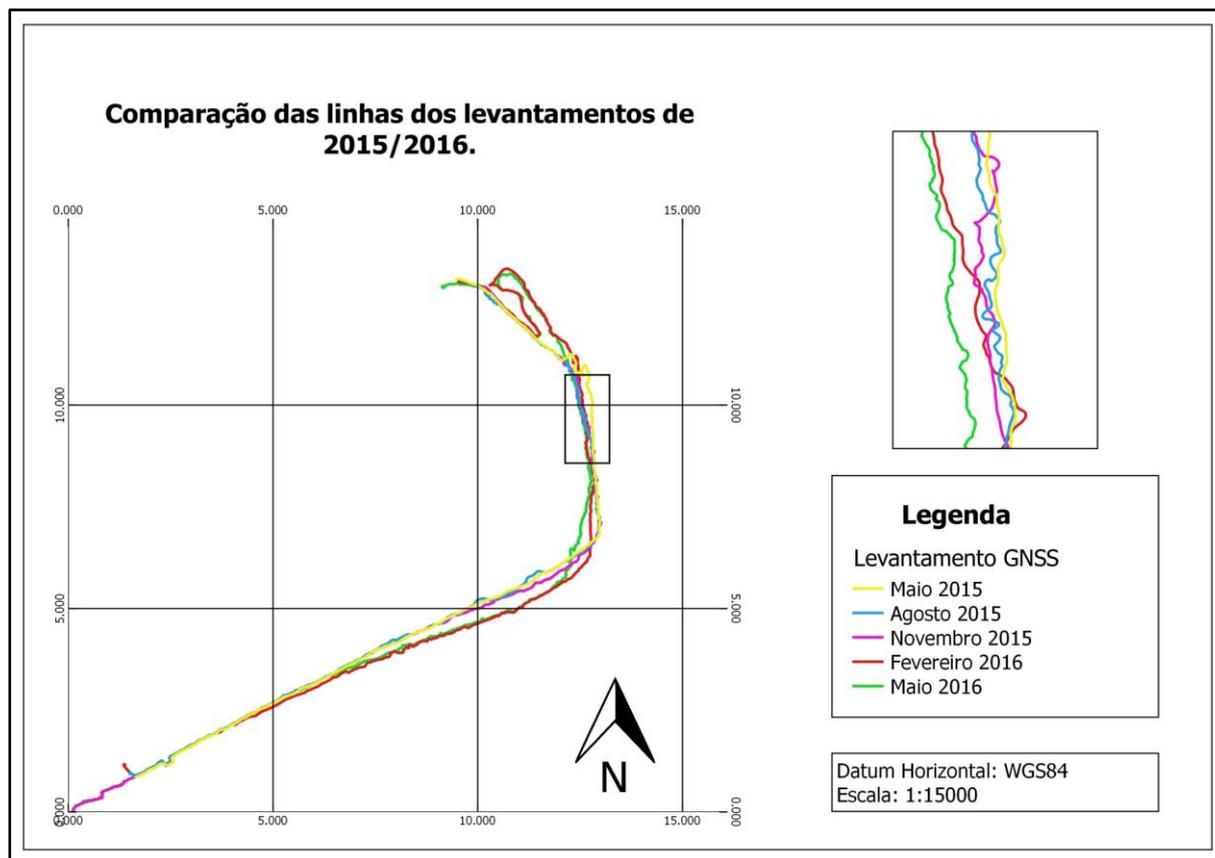


Figura 6. Comparação das linhas dos levantamentos de 2015/2016.

Os cálculos mostraram que, de acordo com os levantamentos de 22 de Maio de 2015 e 20 de Agosto de 2015, o vetor velocidade de progradação tem o valor de **28,203 m/ano**.

Os resultados até agora são apenas parte do projeto homônimo realizado como trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Católica de Santos. Para o cálculo do vetor velocidade, deverão ser considerados os levantamentos dos demais campos.

4. Conclusões

Analisando as linhas de vegetação geradas através dos levantamentos em campo, e comparando-as, é possível notar que o uso de dados GNSS é preciso e através dele é possível fazer análises de dinâmica costeira, não só para a determinação de vetor velocidade, mas outras demandas relacionadas. Partindo das linhas de vegetação e dos pontos coletados, pode-se definir um objetivo e, à partir disso, modificar as demais etapas de acordo com a necessidade do projeto.

O método se mostrou eficaz para o objetivo apresentado, e pode ser replicado e modificado de acordo com a demanda apresentada.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Carlos Guedes, líder do projeto, por ceder os dados para este estudo e ao CNPq pelo financiamento do projeto.

Referências Bibliográficas

BRUUN, P. **Sea level rise as a cause of shore erosion**. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. Reston, VA: ASCE, 1962.

- FAVARETTO, N.; COGO, N.P.; BERTOL, O.J. Degradação do solo por erosão e compactação. In: Lima et al. (Eds.) **Diagnóstico e Recomendações de Manejo do Solo**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. p.255-292.
- GEORÁS ENGENHARIA E FUNDAÇÕES S. A. Complexo **Valo Grande, Mar Pequeno e rio Ribeira de Iguape**. São Paulo: Georás S/A, Engenharia e Fundações para o Serviço do Vale do Ribeira do Depto. de Aguas e Energia Elétrica, SP. 1966. 2 v. (Relatório).
- GUEDES, Carlos Conforti Ferreira. **Evolução sedimentar quaternária da Ilha Comprida, estado de São Paulo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geotectônica) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-14102009-085840/>>. Acesso em: 15 mai. 2016.
- GUEDES, Carlos Conforti Ferreira et al. **Mudanças Morfológicas da Extremidade NE da Ilha Comprida (SP) nos Últimos Dois Séculos**. Revista do Instituto de Geociências – USP, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 25-39, abril 2008. Disponível em: www.igc.usp.br/geologiausp. Acesso em: 8 mar. 2016.
- HOFMANN-WELLENHOF, Bernhard; LICHTENEGGER, Herbert; WASLE, Elmar. **GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo and more**. Vienna - Áustria: Springer-Verlag Wien, 2008.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc.shtm>> Acesso em: 10 mai. 2016.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recomendações para levantamentos relativos estáticos – GPS**. 2008. Disponível em: <http://www.inde.gov.br/images/inde/recom_gps_internet.pdf> Acesso em: 10 maio 2016.
- JEFFREY, Charles. **An Introduction to GNSS – GPS, GLONASS, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems**. NovAtel Inc. Canadá 2010. Disponível em: <http://www.borealisprecision.com/pdf/An_Introduction_to_GNSS.pdf> Acesso em: 17 abril 2016.
- MUEHE, D. C. E. H. et al. Erosão e progradação do litoral brasileiro. **Ministério do Meio Ambiente.**, 2006.
- MUEHE, Dieter. **Projeto Orla**. Brasília/ DF, 2004. p. 11-30 Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/11_04122008110506.pdf> Acesso em: 22 abril 2016
- MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. ed. 2. São Paulo: Editora Unesp, 2008.
- NICHOLLS, R. J., LEATHERMAN, S. P., DENNIS, K. C., VOLONTÉ, C. R. **Impacts and responses to sea-level rise: qualitative and quantitative assessments**. Journal of Coastal Research. Ulster, Northern Ireland: University of Ulster, 1995.
- PISETTA, M. **Transporte de sedimentos por suspensão no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP)**. 2006. 179 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- ROSSI, Mariane. **Erosão provoca desaparecimento de praia deserta no litoral de São Paulo**. G1, Santos, 26 mar. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/verao/2015/noticia/2015/03/erosao-provoca-desaparecimento-de-praia-deserta-no-litoral-de-sao-paulo.html>. Acesso em: 2 abril. 2016.
- SILVA, Irineu da; SEGANTINE, Paulo Cesar Lima. **Topografia para Engenharia: Teoria e Prática de Geomática**. Rio de Janeiro: Campus, 2015
- SOUZA, CR de G. et al. Praias arenosas e erosão costeira. **Quaternário do Brasil**, p. 130-152, 2005.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Mapas geológicos da planície costeira do estado de São Paulo e sul do Rio de Janeiro**. São Paulo: DAEE/Secretaria de Obras e Meio Ambiente,1978. 2 mapas. Escala 1:100.000.
- TELES, A. P. S. S. **A evolução geológica quaternária e a influência do Valo Grande na dinâmica sedimentar da área de Iguape, São Paulo**. 1997. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. 1 v. 1 mapa.
- VAZ, Jhonnes Alberto; PISSARDINI, Rodrigo de Sousa; FONSECA JUNIOR, Edvaldo Simões da. **Comparação da Cobertura e Acurácia entre os Sistemas GLONASS e GPS Obtidas dos Dados de**



Observação de uma Estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo. Revista Brasileira de Cartografia. n. 65, v. 3, p. 529-539. Brasília: 2013.