

## PLATAFORMAS EULERIANA E LAGRANGEANA APLICADA AO MONITORAMENTO DE MASSAS DE ÁGUA

ANDERSON RENATO VISKI<sup>1</sup>, CLÁUDIA PEREIRA KRUEGER<sup>1</sup>, TOBIAS BLENINGER<sup>2</sup>

Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba - PR

<sup>1</sup>Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia -LAGEH

Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - PPGCG

[ckrueger@ufpr.br](mailto:ckrueger@ufpr.br), [andernxs@hotmail.com](mailto:andernxs@hotmail.com)

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais - PPGERHA  
[bleninger@ufpr.br](mailto:bleninger@ufpr.br)

### ABSTRACT

The Innovation is fundamental, because through it organizations become able to generate continuous wealth and thus remain or become competitive in their markets. Brazil has advanced in technology innovation in 2011, and since 2006 the Space Geodesy Laboratory and Hydrographic (LAGEH) is contributing with this subject. This paper describes the development of prototypes of monitoring devices for water levels and currents in waters. The first results have produced positive results. New prototypes are being developed for minimizing costs and allowing us to obtain precise geodetic positions.

**Key words:** Technological Innovations, Lagrangian and Eulerian Platform, Water Levels.

### 1 INTRODUÇÃO

A Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (Anpei) indica que 2011 foi um ano positivo para o Brasil. Tem havido investimentos nas áreas de pesquisa aplicada aos setores de tecnologia, concentrando-se em instituições de pesquisa como as universidades e órgãos do governo. Do ponto de vista de recursos, o orçamento da inovação cresceu. Foi possível perceber um comprometimento maior entre todos os atores, inclusive de atores políticos (Calmanovici, 2011).

Verificando-se esta necessidade nacional, desde 2006, o Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH) tem voltado esforços para a inovação tecnológica em produtos e processos. Foi identificada a necessidade em se obter mais informações sobre grandes massas de água e para tal foram desenvolvidos equipamentos de custo reduzido, as plataformas (bóias ou flutuadores). Elas permitem a aquisição de dados sobre o meio em estudo conduzindo a uma análise das mudanças físicas neste meio. Cada um desses equipamentos é elaborado e construído com características individuais para cada fim a que se destina. Salienta-se que a forma de construção depende dos fenômenos físicos ambientais que se almejam estudar. Elas podem, por exemplo, carregar em sua estrutura receptores/antenas GPS.

No LAGEH foram desenvolvidos dois protótipos de plataformas: Lagrangeana e Euleriana. A primeira destina-se a determinação da posição da bóia ao longo da trajetória espacial percorrida, contribuindo para a obtenção das velocidades e direções de correntes em corpos de água. A segunda, por sua vez, consiste numa plataforma ancorada em um local de coordenadas conhecidas com a finalidade de determinar a variação do nível de massas de água. Estas inovações serão apresentadas no presente artigo, bem como, os resultados preliminares alcançados com elas.

## 2 PLATAFORMAS EURELIANA E LAGRANGEANA

### 2.1 Plataforma Euleriana

A plataforma Euleriana é uma plataforma de controle vertical construída de forma mecânica e automática. Nela são acopladas bóias por meio de um sistema de hastes, compostas por compensadores. Esses compensadores têm a função de evitar a influência do meio físico externo à água como, por exemplo, ondulações provocadas pelo vento. Na plataforma de controle vertical automatizada, empregou-se outro mecanismo denominado de dispositivo de telecomando eletromecânico. Ele se ajusta às necessidades do ambiente, sendo recomendado para regiões com maior variação do nível da água visto que, o dispositivo possibilita uma extensão maior desta plataforma. A posição da plataforma é determinada com precisão a partir das observações (código C/A e fase da onda portadora L1) coletadas por receptores GPS, a cada 1s, e devidamente processadas. Na Figura 1 visualiza-se o 1º protótipo devidamente instalada no reservatório Vossoroca.

### 2.2 Plataforma Lagrangeana

Essa bóia (Figura 2) é composta por um sistema pendular, o qual permite manter uma antena GPS o mais próximo possível da direção zenital, posição vertical, mesmo em situações onde o espelho d'água seja perturbado pelo vento, correnteza ou turbilhonamento das águas.



Figura 1 – Plataforma Euleriana em Vossroca  
Fonte: Viski et.al. (2011)



Figura 2 – Plataforma Lagrangeana  
Fonte: Viski et.al. (2011)

### 3 EXPERIMENTOS E RESULTADOS

As plataformas foram testadas em campanhas realizadas no reservatório Vossroca, o qual se situa no município de Tijucas do Sul (25°55'40''S e 49°11'56''W, sistema de referência WGS-84), a 40 km de distância da capital do estado do Paraná, Curitiba, e com acesso pela rodovia BR 376. Os dados foram coletados com o emprego do Método de Posicionamento Relativo Cinemático, intervalo de gravação de 1 s e máscara de elevação de 10°. A plataforma Euleriana foi posicionada estaticamente em um ponto de coordenadas conhecidas e a plataforma Lagrangeana foi lançada à deriva no reservatório.

Com as soluções precisas advindas do processamento dos dados coletados pela plataforma Euleriana com o programa *Ashtech Solutions 2.7* verificou-se uma variação máxima de 12 centímetros do nível da água em um ponto do reservatório (Figura 3).

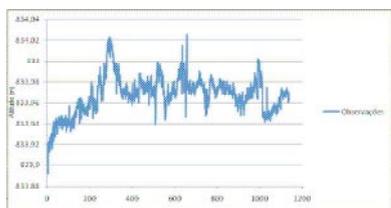


Figura 3 – Variação do nível d'água em um ponto do reservatório de Vossroca  
Fonte: Viski et.al. (2011)

Na determinação da trajetória foram consideradas apenas as soluções com as ambiguidades inteiras determinadas, garantindo uma solução precisa para a trajetória descrita pela plataforma Lagrangeana. Detectou-se a necessidade de aprimorar esta bóia e então novos protótipos estão sendo desenvolvidos seguindo um

modelo de bóia de deriva adotado pelo NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Ele é uma bóia compacta e de fácil lançamento em massas de água. O novo modelo possui um habitáculo central e possui um sistema de rastreamento GPRS, o qual informa à sua posição para localização e resgate da plataforma durante permanência da coleta de dados, por meio de telemetria (Figura 4).



Figura 4 – Plataforma Lagrangeana – 2º prototipo  
Fonte: Viski (2011)

### 4 CONCLUSÕES

Através das análises dos processamentos dos dados coletados e dos experimentos realizados observou-se que os protótipos são eficientes e que podem ser empregados no monitoramento de diferentes massas de água (plataformas eulerianas), bem como, contribuir na determinação das velocidades superficiais e direções de correntes em massa de água (plataformas lagrangeanas).

As plataformas são uma inovação tecnológica que estão contribuindo para o nosso país. É fornecida a comunidade um produto econômico que corrobora para a pesquisa sobre o potencial hídrico de reservatórios de água doce ou no mapeamento de correntes marinhas.

### REFERÊNCIAS

CALMANOVICI, C. **Brasil avançou na inovação tecnológica**, 2011. Disponível em <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=brasil-avancou-inovacao-tecnologica>>. Acesso: 10 de abril de 2011.

VISKI A. R. **Investigação do Efeito do Multicaminho no Posicionamento GNSS de Plataformas Lagrangeanas e Eulerianas em Massas de Água**. 2011. 85p. Exame de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

VISKI A. R., WERLICH, R. M. C.; KRUEGER, C.P., HUINCA, S. C. M.; LEANDRO, D.; BLENINGER, T.; e FERNANDES, C. V. S. Prototypes of Monitoring Devices for Water Levels and Currents in Coastal Waters. **Journal of Coastal Research** SI 64, 618-621, Poland, ISSN 0749-0208, 2011.