



Implementação de Estações de Medição de Ondas e Correntes Marinhas por meio de Radar Náutico

Capitão-de-Corveta João Franswilliam Barbosa

Encarregado da Divisão de Instrumentação Oceanográfica do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Introdução

Informações de ondas, em tempo real, tais como: altura, direção e período, são cruciais para a proteção da costa, para o controle de operações *offshore*, seja com plataformas semi-submersíveis ou navios FPSO (*Floating Production, Storage and Offshore Loading*), para a segurança à

navegação e para o desenvolvimento de atividades de esporte e recreio, dentre outras.

Nas últimas décadas, vem se tentando, no Brasil, manter medições, em tempo real e *in-situ*, de parâmetros de ondas, por meio de bóias oceanográficas e ondógrafos, equipamentos propícios à



obtenção de dados de boa qualidade. Porém, além do fato de haver poucas instituições detentoras desses equipamentos e com conhecimento técnico e apoio logístico capazes de realizar tais medições, há, para as instituições que detêm tais características, um custo elevado para a manutenção do sistema operacional, devido às constantes avarias causadas, principalmente, por navios pesqueiros que arrastam o equipamento, partindo seu sistema de fundeio, deixando-o à deriva.

Atualmente, informações de campos de ondas podem ser obtidas por muitos sistemas distintos, os quais podem ser divididos em dois grandes grupos. O primeiro grupo inclui os tradicionais instrumentos eletrônicos (ou mecânicos) especializados, que ficam diretamente em contato com o mar, para obter séries temporais *in-situ* da oscilação da superfície do mar e, às vezes, sua direção de propagação. O segundo grupo de instrumentos disponíveis para a obtenção dos parâmetros físicos dos campos de

ondas é formado por sensores remotos.

Em face das dificuldades de se medir ondas *in-situ*, nota-se, nos últimos anos, um elevado interesse de se medir ondas por técnicas de sensoriamento remoto. Medições de campos de ondas por estas técnicas fornecem dados de boa resolução e grande cobertura para uma determinada área. Seja implantado em terra ou em uma embarcação, assim como em um avião ou em um satélite, o sistema provê informações da evolução temporal do campo de ondas em uma determinada área e a partir destes dados podem ser calculados os parâmetros de ondas. Os dados obtidos por cálculo podem ser aferidos a partir da comparação com aqueles medidos *in-situ*.

Nesse contexto, o IEAPM e a PETROBRAS celebraram um Convênio com a finalidade de instalar dois sistemas de medição de parâmetros de ondas e correntes superficiais por radar. Estes sistemas foram instalados no Farol da Ilha do Cabo Frio, em Arraial do Cabo/RJ, e no Farol de Santa Marta, em Laguna/SC. O trabalho que está

sendo desenvolvido no IEAPM buscará fazer a validação deste sistema remoto mediante comparação entre dados de um sensor tradicional de medição de ondas *in-situ* (ondógrafo), implementando, assim, os dois primeiros sistemas de medição de parâmetros de ondas por meio de radar náutico, em terra, da América Latina.

Descrição do Sistema de Medição WAMOS

Os radares em banda X operam transmitindo impulsos retangulares de ondas eletromagnéticas e recebendo o sinal retroespalhado pela superfície do mar. Este sinal é originado pela dispersão dos campos eletromagnéticos nas ondas capilares e na rugosidade da superfície do mar, causada pelo vento local. A potência retroespalhada está modulada pelas ondas maiores, como os marulhos e as vagas, por meio das quais o radar disponibiliza a informação da variabilidade espacial dos campos de onda (Figura 1).

O sinal recebido pelo radar é digitalizado e armazenado em séries temporais de imagens polares da superfície do mar. Os valores são codificados em tons de cinza proporcionais à intensidade de imagem. Das imagens polares, é selecionada uma área em coordenadas cartesianas que posteriormente é analisada para estimar os campos de onda.

O sistema de medição de ondas WAMOS, desenvolvido pela OceanWaves GMB, empresa alemã, tem por base a coleta e o processamento de imagens de radar de banda X, com o objetivo de detectar padrões associados à propagação de ondas de gravidade (geradas por vento) na superfície do oceano. Este sistema possui os seguintes componentes:

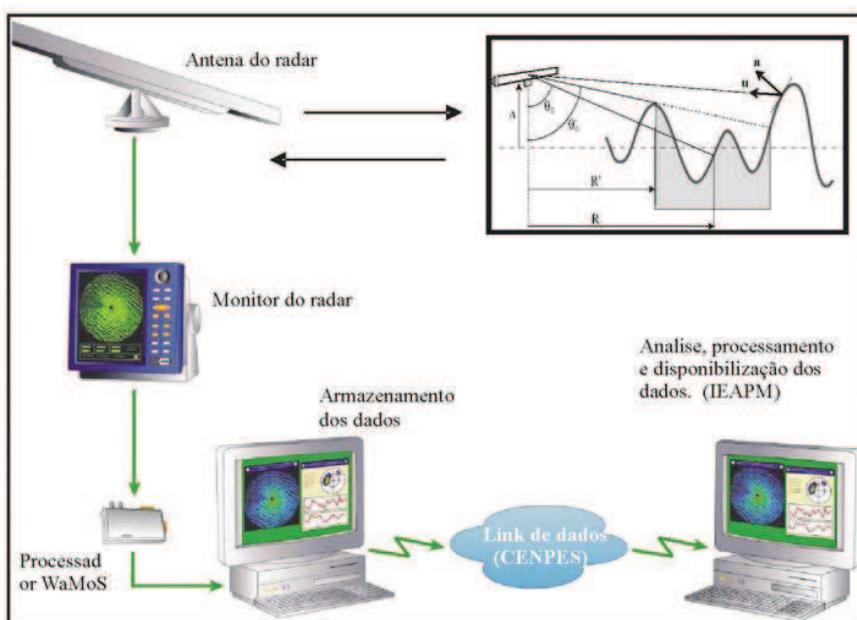


Figura 1- Esquema de funcionamento do Sistema WaMoS



- radar de banda X, de uso náutico, com 24 ou 42 rpm de revolução, antena de 8 ft;

- placa de aquisição das imagens do radar, desenvolvida pela OceanWaves; e

- microcomputador para recepção e armazenamento das imagens, processamento dos dados e posterior interface com o sistema de transmissão de dados.

Como suporte ao sistema, as duas estações contam com uma estação meteorológica para o fornecimento de dados de direção e velocidade do vento.

Processamento de Dados

Para analisar os campos de onda com radar, são utilizadas séries temporais de imagens cartesianas consecutivas da superfície do mar, tal como exemplificado na Figura 2.

Cada imagem do radar está formada por $N_x \times N_y$ pixels em direções X e Y, respectivamente, sendo representada em 256 níveis de cinzas que vão do preto ao branco (valores mínimo e máximo de potência retro-espalhada pela superfície do mar).

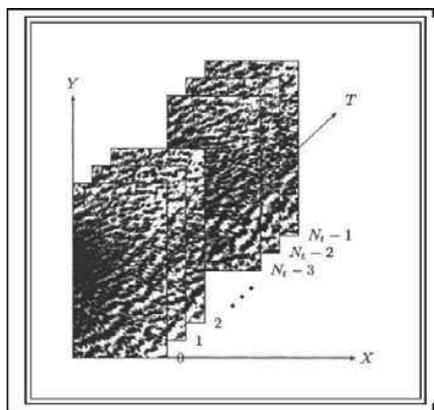


Figura 2 – Seqüência de imagens que serão utilizadas no processo de normalização e estimativa dos espectros de ondas.

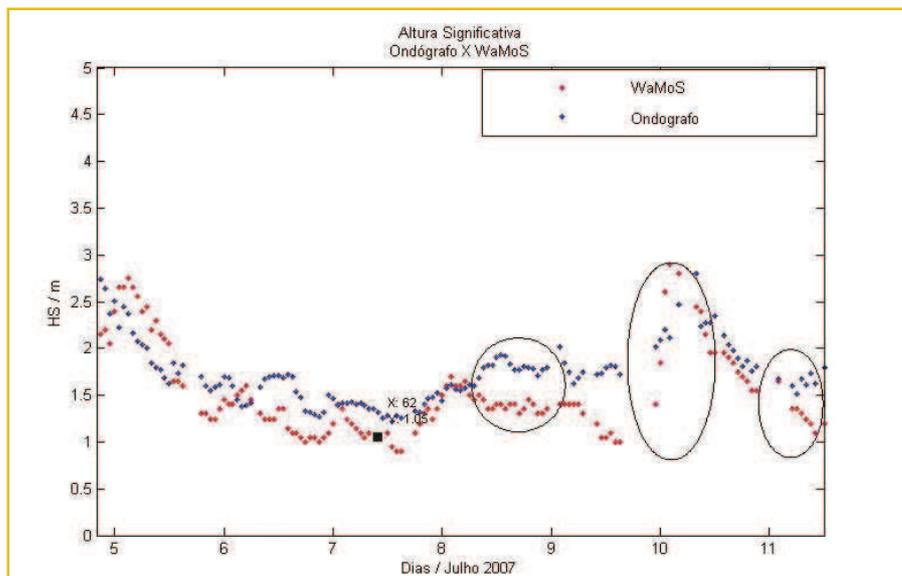


Figura 3 – Resultados comparativos entre os valores obtidos de altura significativa entre o Radar e o Ondógrafo.

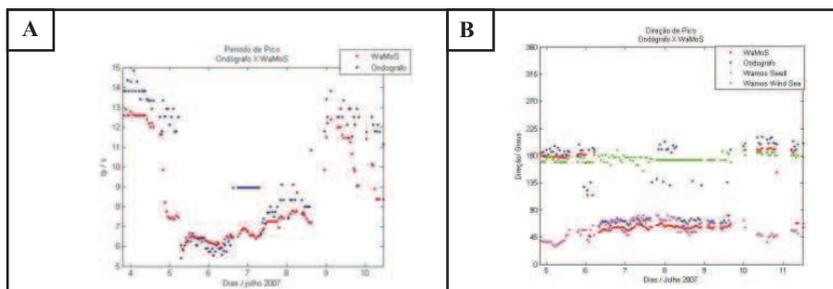


Figura 4a – Resultados comparativos entre os valores obtidos de Período de Pico entre o Radar e o Ondógrafo.

Figura 4b - Resultados comparativos entre os valores obtidos de Direção de Pico entre o Radar e o Ondógrafo com marulho e vaga separadamente.

Conclusão

A instalação, aferição e operacionalização do primeiro sistema, situado na Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo / RJ, foi concluído em julho de 2007. A figura 3 apresenta, sucintamente, o resultado obtido no período de 04 a 11 de julho de 2007, onde, concomitantemente, o ondógrafo direcional Waverider MK-III estava em operação, a fim de que fossem obtidos dados comparativos. Nos dados

analisados, foi possível constatar a interferência do vento nos resultados, ou seja, para um funcionamento ideal do radar é necessário que a velocidade do vento não seja inferior a 3 m/s. Essa relação pode ser visivelmente constatada nas áreas destacadas, onde os dados obtidos por intermédio do radar são subestimados. Esta relação foi confirmada, quando dados de vento foram consultados para os períodos em questão.

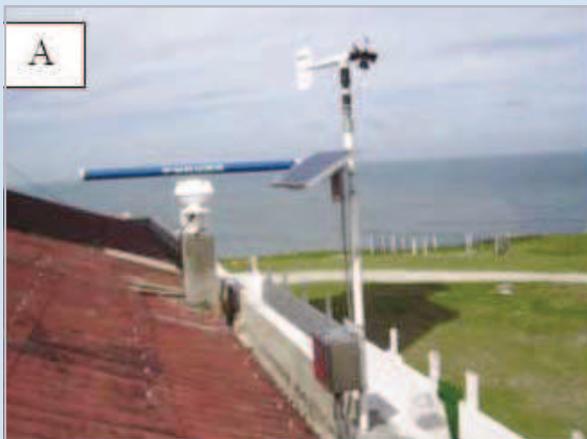


Figura 5a - Disposição externa

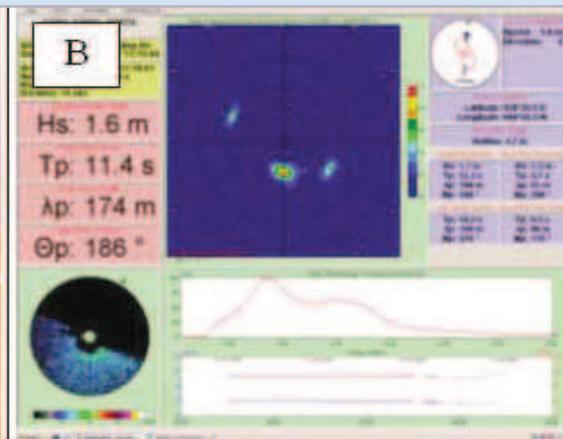


Figura 5b - Apresentação do display do Sistema WaMoS, em Laguna/SC.

A tabela 1 mostra o coeficiente de correlação entre os dados. Este coeficiente foi considerado satisfatório, com exceção ao referente à direção de pico, que pode ser justificado pelo fato de o radar proporcionar uma aquisição de dados de marulhos e vagas separadamente, como ilustrado pelas Figuras 4a e 4b.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	
Altura Significativa	0,83
Direção de Pico	0,73
Período de Pico	0,86

Tabela 1 – Coeficiente de Correlação entre os dados obtidos do Radar e do Ondógrafo

A segunda estação, instalada, aferida e operacionalizada no Farol de Santa Marta, em Laguna/ SC em dezembro de 2007 (Figuras 5a e 5b), já apresenta resultados, conforme demonstrados pela Figura 6.

Os primeiros resultados destas duas

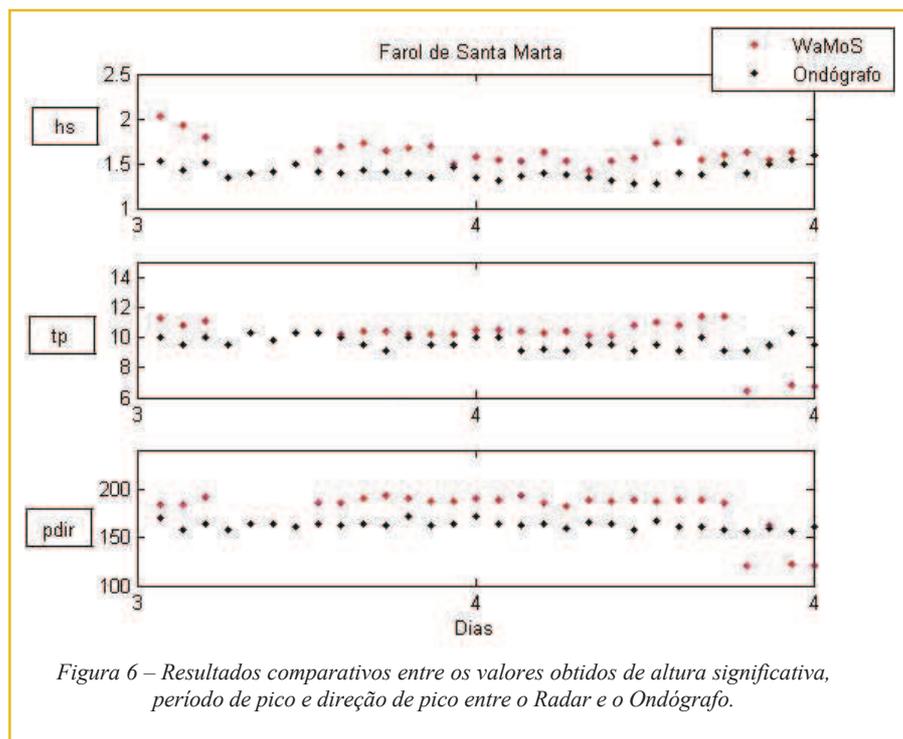


Figura 6 – Resultados comparativos entre os valores obtidos de altura significativa, período de pico e direção de pico entre o Radar e o Ondógrafo.

estações demonstram a potencialidade e confiabilidade do sistema. Atualmente, ambos os sistemas estão em operação. Espera-se para o corrente ano a

implementação de um link de dados, a fim de reduzir os custos atualmente necessários para coletar, tratar e analisar os dados obtidos.