

# Monitoramento de Ondas por Meio de Plataformas Orbitais

## ■ Capitão-de-Corveta (EN-RM1) Flávio Costa Piccinini

Encarregado da Divisão de Projetos Costeiros e Oceânicos. Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pelotas e pós-graduado (M.Sc.) em Engenharia Oceânica pela FURG.

A observação dos oceanos por plataformas móveis (satélites) revolucionou o entendimento sobre o clima global e a modelagem do sistema climático oceano-atmosfera. Os aspectos dinâmicos, como altura de onda, elevação da superfície do mar, velocidade e direção dos ventos, tornaram-se possíveis por meio dos instrumentos com sensores ativos de microondas acoplados aos satélites, destacando-se o radar altímetro (RA-2), o radar de abertura sintética (SAR) e o radiômetro de microondas avançadas (AMR), cuja acuracidade é de poucos centímetros.

Estes radares transmitem permanentemente sinais para a Terra e recebem os sinais refletidos pela superfície. A configuração da superfície é determinada por um referencial arbitrário, um elipsóide. A variação desta configuração em relação ao elipsóide registra a variação do nível do mar.

O processamento dos dados de altimetria por satélite é deveras complexo, necessita de correções e, portanto, não pode ser executado fora dos centros especializados. A determinação precisa da órbita do satélite é realizada por meio do

sistema de localização *DORIS – Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite* – que utiliza as características observadas em ondas eletromagnéticas quando emitidas ou refletidas por um objeto em movimento (efeito *Doppler*).

Foi a partir de 1970 que os satélites começaram a transmitir regularmente informações sobre os aspectos físicos, químicos e dinâmicos da terra, dos oceanos, da atmosfera e da biosfera. Época em que também surgiu a primeira medida de altimetria da superfície do oceano. As missões norte-americanas do SKYLAB e GEOS3 foram as precursoras, e posteriormente se sucederam o SEASET, em 1978, e o GEOSAT, em 1985. Essas missões foram realizadas, a fim de atender aos programas internacionais oceanográficos e meteorológicos, tais como, o “World Ocean Circulation Experiment (WOCE)” e o “Tropical Ocean and Global Atmosphere (TOGA)”, ambos vinculados ao “World Climate Research Programme (WCRP)”.

Na década de 90, foram lançados os satélites ERS-1 e ERS-2 da Agência Espacial Européia (ESA) e o satélite TOPEX/POSEIDON (T/P), ação

conjunta do Centre National d’Etudes Spatiales (CNES), da França, com a National Aeronautics and Space Administration (NASA), que passaram a fornecer uma significativa quantidade de dados científicos, cujo objetivo principal era acompanhar os padrões de circulação oceânica global e, principalmente, da acurada medida do nível dos oceanos.

Em face da exitosa missão TOPEX/POSEIDON, a cooperação franco-americana lançou o JASON-1, em 07 de dezembro de 2001, seguindo-se o JASON-2, em junho de 2008, sendo este o mais recente satélite de observação do nível das águas do mar, o qual permite medir com acuracidade próxima de 2,5 cm a altura da superfície do oceano.

O Jason-2 realiza 127 revoluções ao redor da Terra a 1.335 km de altitude, que são repetidas a cada 9,91 dias a uma velocidade orbital de 7,2 km/s, cujo plano orbital (ângulo que as passagens formam com o equador) é de 66°. Cada revolução do satélite ao redor da Terra é dividida em dois segmentos, com orientações noroeste-sudeste e sudoeste-nordeste, referidas como passagens terrestres descendentes e ascendentes, respectivamente.

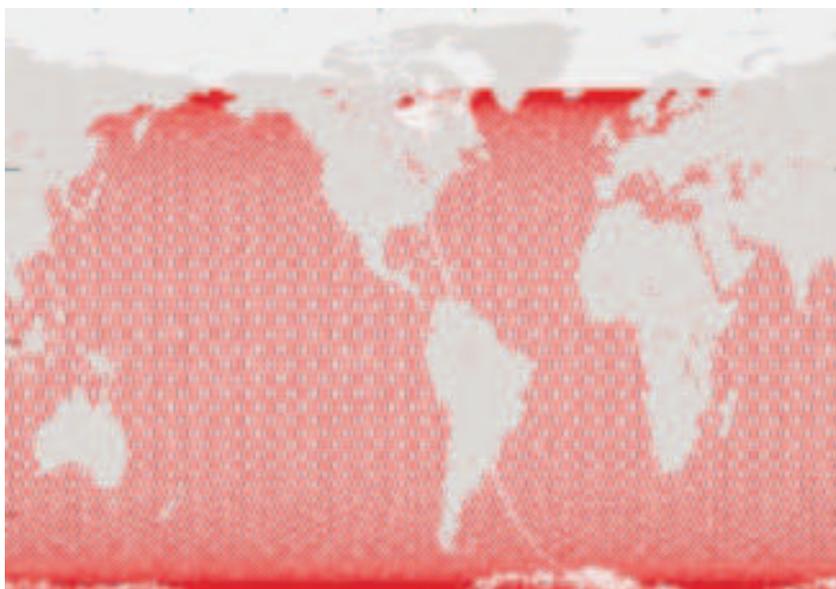


Figura 1 – Apresentação da varredura do satélite JASON-2

A pista percorrida pelo satélite em sua órbita resulta em uma figura em forma de uma grade ou rede-de-pesca sobre o oceano (Figura 1). A separação entre essas linhas “paralelas” é de 315 km no equador, diminuindo em direção aos pólos.

A missão JASON é apoiada pelos programas “Climate Variability and predictability (CLIVAR)” e pelo “Global Ocean Data Assimilation Experiment (GODAE)”.

Dessa forma, as observações por satélites resultaram em um essencial e confiável provedor de dados globais de onda para a estatística de longo termo, contribuindo significativamente para o conhecimento das ondas e das forças que elas geram, as quais são essenciais para a elaboração de projetos de estruturas em ambiente marinho, bem como fundamental às operações navais.

Nessa evolução, a partir do ano de 2003, em face do termo de

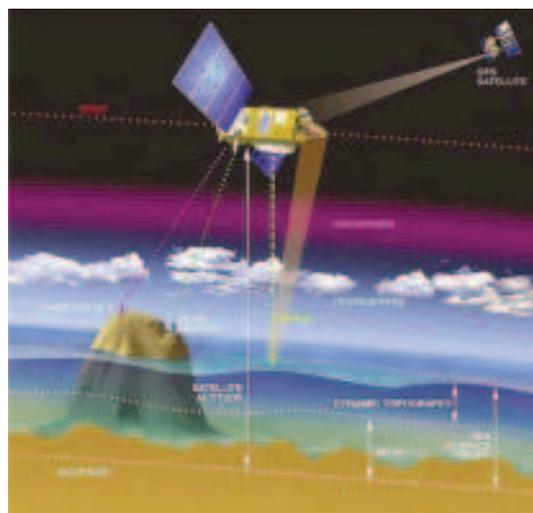
compromisso celebrado com a Diretoria de Engenharia Naval - DEN, o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM inseriu os dados de altimetria de ondas medidas por satélite no desenvolvimento da estatística de extremos do projeto Atlas Digital, resultando em uma valiosa contribuição para o conhecimento da climatologia de ondas no Atlântico Sul.

O trabalho desenvolvido para o Atlas reuniu um conjunto de dados com mais de 140.000 registros de altura significativa de onda ( $H_s$ ), para superfícies de  $5^\circ \times 5^\circ$ , centrados em vinte Quadrados de Marsden (QMD) no Atlântico Sul. Na

análise estatística de extremos, foi utilizada a função de distribuição de Weibull com três parâmetros, com ajuste pelo método dos momentos. A série temporal contemplou as observações medidas pelo satélite Topex/Poseidon, no período compreendido entre setembro de 1992 e agosto de 2002.

Portanto, a missão Topex/Poseidon já comporta uma série temporal com mais de dezesseis anos de dados de altimetria por radar, o que é relevante para o conhecimento da dinâmica da superfície do mar.

Haja vista que as teorias estatísticas de extremos recomendam que tenhamos uma amostragem próxima de vinte anos, para uma previsão de cem anos, é intenção do IEAPM, com o apoio da Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON), dar continuidade à aquisição de dados de onda por plataformas móveis, visando ao aperfeiçoamento científico.



O radar altímetro de dupla frequência (POSEIDON-3) mede com precisão a distância entre o satélite e a superfície do oceano. Transmite permanentemente sinais de alta frequência (acima de 1700 pulsos por segundo) que retornam por reflexão da superfície do oceano, conforme caracterizado na figura. A distância medida é função do tempo em que viajam as ondas eletromagnéticas.