

## Utilização dos dados do ERS para estudo do campo de vento sobre a superfície do Atlântico Sul

MARLOS CARNEIRO BAPTISTA<sup>1</sup>

JOÃO ANTÔNIO LORENZZETTI<sup>2</sup>

JOSÉ LUIZ STECH<sup>2</sup>

<sup>1</sup> OCEANSAT – Tecnologia Espacial para Monitoramento Ambiental S/C Ltda  
Caixa Postal 68568 - 21945-970 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil  
oceansat@inc.coppe.ufrj.br

<sup>2</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515 - 12201-097 - São José dos Campos - SP, Brasil  
loren@ltd.inpe.br ; stech@ltd.inpe.br

**Abstract** Seasonal mean and standard deviation values of surface winds of the Atlantic Ocean sector from 20° N to 40° S were generated from the ERS 1/2 scatterometer data. The objective of this effort was the analysis of the spatial and temporal variability of the wind field for the region. The original data (wind direction and speed) were first converted into zonal and meridional components. Three day blocks of scatterometer data were used for the interpolation into a regular 1°x1° geographic grid. A simple spatial interpolation that uses an iteration procedure with a correction of mean value of weighted errors was implemented. The resulting wind fields describe the main features of Southeast and Northeast trades, with the ITCZ and semi-permanent high pressure system in the subtropics clearly detected.

**Keywords:** remote sensing, atlantic ocean, wind surface, ERS.

## 1 Introdução

Um dos responsáveis pela absorção de dióxido de carbono por parte dos oceanos é o cisalhamento dos ventos na sua superfície. Além da troca de gases entre a atmosfera e o oceano, o vento também é responsável por determinar algumas das maiores feições oceânicas. Segundo Harrison (1984), os ventos quando interagem com os oceanos determinam direta ou indiretamente muitas de suas correntes de superfície, sendo também responsáveis pela transferência de energia entre o oceano e a atmosfera, e pelo estado das ondas de superfície.

Atividades como o planejamento de rotas de navegação, pesca e exploração de óleo em alto mar, entre outras, requerem dados apropriados de vento, para que possam se tornar seguras, econômicas e até mesmo viáveis. Além disso, informações dos ventos sobre a superfície dos oceanos poderão ser usadas como parte da assimilação nos sistemas de previsão do tempo para calcular o desenvolvimento do tempo a curto e a longo prazo.

Assim, há uma grande necessidade de se medir rotineiramente os ventos sobre a superfície dos oceanos. Convencionalmente, o vento é medido por meio de navios ou bóias. Porém, a implantação e a manutenção de um sistema de coleta deste tipo tem um custo muito alto. Além disso, essas medidas estão restritas a pequenas áreas e são esparsamente distribuídas particularmente em áreas remotas, tais como às dos oceanos do Hemisfério Sul. Entretanto, para muitas aplicações não é suficiente ter dados deste tipo, sendo necessário que as medidas de vento sejam em pontos de grade regular e se estendam a grandes áreas (ESA, 1995).

O principal objetivo deste trabalho foi obter campos de vento sobre a superfície do oceano Atlântico em pontos de grade regular utilizando os dados do escaterômetro do ERS 1/2, para estudar a variabilidade espacial e temporal do campo de vento no Oceano Atlântico Sul.

## 2 Materiais e metodologia

A área de estudo, abrangendo grande parte da bacia oceânica do Atlântico Tropical e parte do Atlântico Sul, (20° N - 40° S e 20° E - 60° W), foi dividida em subquadrados de 1° de latitude por 1° de longitude, constituindo assim a base espacial do trabalho. Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos junto ao Centre ERS d'Archivage et de Traitement (CERSAT) do Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER) e correspondem aos períodos de dezembro de 1991 até novembro de 1998. Do satélite ERS - 1 foram utilizados dados do período compreendido entre dezembro de 1991 e março de 1996, e para o satélite ERS - 2 foram utilizados dados de abril de 1996 até novembro de 1998.

Como o campo de um dia não permitia uma cobertura espacial suficiente da área de estudo, optou-se por reagrupá-los em campos de três dias. Obteve-se então uma cobertura espacial suficientemente boa para executar uma interpolação nos dados e com isto gerar campos de vento em pontos de grade regular.

Além da cobertura espacial de um dia ser insuficiente, e o fato dos dados coletados pelo satélite estarem distribuídos espacialmente ao longo de sua órbita, houve a necessidade de um processo de interpolação para a geração de campos de vento em pontos de grade regular. Para tal processo, foram utilizados campos que estavam agrupados a cada três dias dentro de cada mês, atribuindo o resultado da interpolação ao dia central da série de três dias. A metodologia utilizada para a interpolação dos dados do escaterômetro foi a desenvolvida por Allender (1977). Esta técnica é similar à utilizada por Cressman (1959) e inicia-se com um first guess (suposição

inicial) para cada componente do vento, sendo que este é obtido de uma média aritmética de todos os valores dentro de um determinado raio no passo de tempo inicial. Um novo campo é calculado ponto a ponto corrigindo o first guess:

$$U(x, y)^{**} = U^* + \frac{1}{N} \left[ \sum_{m=1}^N \frac{L^2 - d(x, y)_m^2}{L^2 + d(x, y)_m^2} (U_m^{obs} - U^*) \right], \quad 1$$

onde  $d(x, y)_m$  é a distância entre o ponto de grade a ser interpolado e a  $m$ th (enésima) amostra dentro de um raio,  $L$  é chamado o raio de varredura, e  $N$  é o número de pontos dentro do raio  $L$  de  $(x, y)$ . Assim a correção é um valor médio de erros ponderados, tornando este tipo de interpolador um método de análise objetiva. A nova componente calculada  $U^{**}$  é realocada para  $U^*$ , o raio de varredura é então reduzido, e uma nova correção é feita. Este procedimento é repetido três ou quatro vezes até que o interpolador converge. A cada passo de iteração o raio de influência foi dividido pela metade. Depois de várias simulações com diferentes valores iniciais para o raio de influência  $L$ , verificou-se que para o presente trabalho um raio de  $5^\circ$  foi o que apresentou melhores valores para sair do laço de interpolação e conseqüentemente convergir mais rapidamente.

Como critério de convergência do algoritmo de interpolação foi utilizada uma modificação da norma apresentada por Simpson e Gobat (1994), sendo que a cada passo de iteração foi calculado uma nova norma e comparada com a norma anterior. O critério de saída baseado na norma se deu quando o resultado da comparação da norma atual com a anterior foi inferior a 10%.

Finalizado todo o processamento de interpolação surgiu à necessidade de agrupar os campos gerados de uma forma na qual pudessem ser melhor interpretados. Para cada estação do ano foram feitas médias aritméticas simples para cada componente do vento (zonal e meridional). As estações do ano foram definidas como sendo: Verão (dezembro, janeiro e fevereiro), Outono (março, abril e maio); Inverno (junho, julho e agosto); Primavera (setembro, outubro e novembro).

### 3 Discussão

Na **Figura 1** é apresentado o campo de vento médio derivado dos dados do escaterômetro para o oceano Atlântico Tropical e parte do Sul para os meses de verão austral (dezembro, janeiro e fevereiro) dos anos 1992 a 1998. O campo de vento resultante descreve as principais feições como os alísios de Nordeste e os de Sudeste. Pela análise da **Figura 1**, a zona de convergência inter-tropical e o centro semi-permanente de alta pressão do oceano Atlântico Sul podem ser claramente observados.

Observando-se também a **Figura 1**, acima da ITCZ tem-se a incursão dos alísios do Hemisfério Norte com ventos soprando de Nordeste. Este padrão de direção do vento se mantém constante durante toda esta estação, variando apenas em intensidade, com ventos de aproximadamente 6,0 a 7,0 m/s e desvio padrão com valores entre 1,5 e 2,0 m/s.

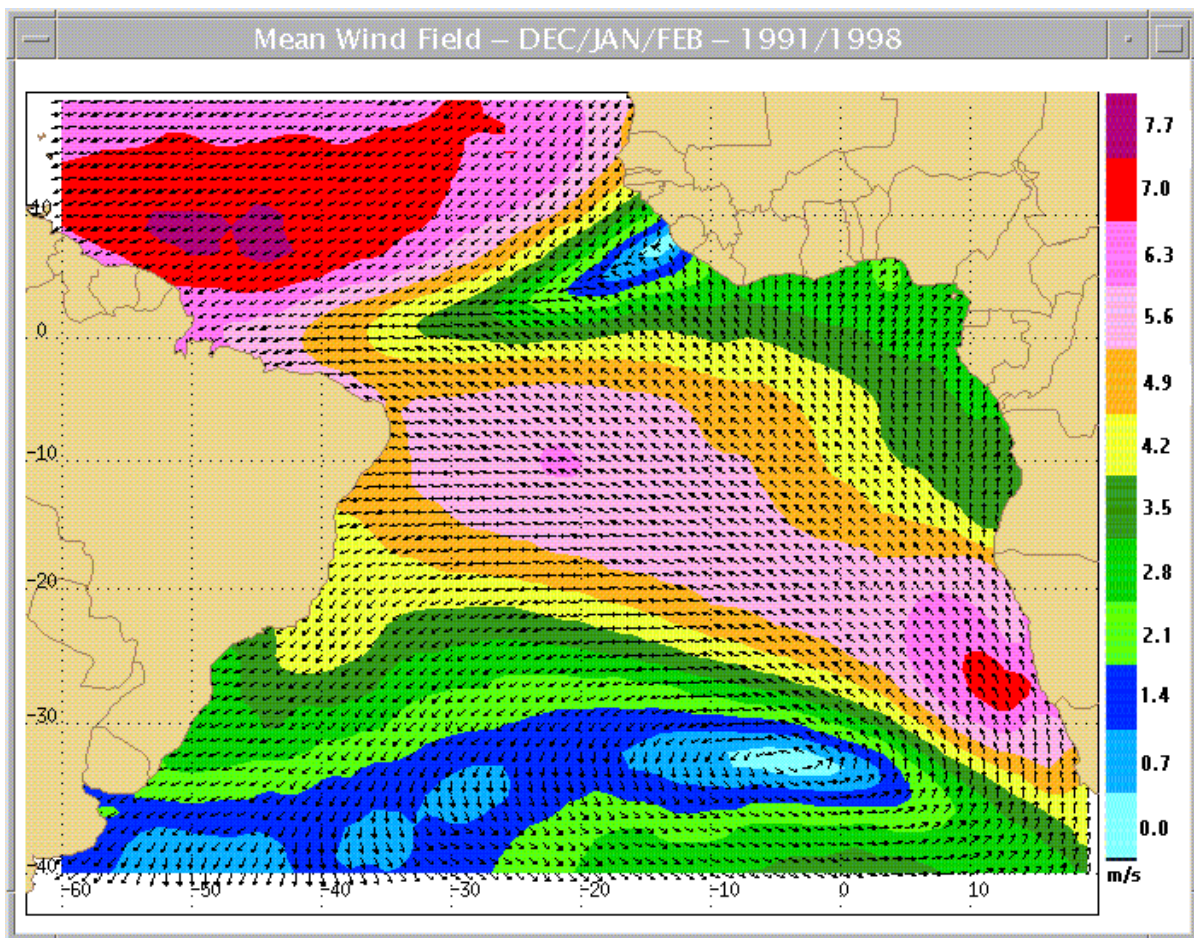


Figura 1 - Campo de vento médio para o verão austral (dez., jan. e fev.).

Estes resultados estão de acordo com Young e Holland (1996), que descrevem para esta região e neste mesmo período um campo de vento com a mesma direção característica, ventos de Nordeste, e com intensidade variando de 5,0 a 10,0 m/s. Estes autores utilizaram dados de fontes distintas para obter estes resultados, sendo que as direções do vento foram obtidas através de reanálises do European Centre for Medium - Range Weather Forecasts (ECMWF) e as intensidades dos ventos foram obtidas através do sensor altímetro do satélite GEOSAT.

Na **Figura 2** é apresentado o mapa do campo de vento médio para o inverno austral: junho, julho e agosto. Nesta Figura uma característica marcante é a posição da ITCZ mais ao Norte. Em sua marcha anual a ITCZ tem um deslocamento meridional e no inverno austral atingi a sua posição mais ao Norte. Hastenrath e Heller (1977) determinaram como sendo 8° N a posição mais ao Norte atingida pela ITCZ. Isto pode claramente ser verificado através da **Figura 2**, com a ITCZ atingindo a latitude aproximada de 8° N entre as longitudes 20° W e 30°W.

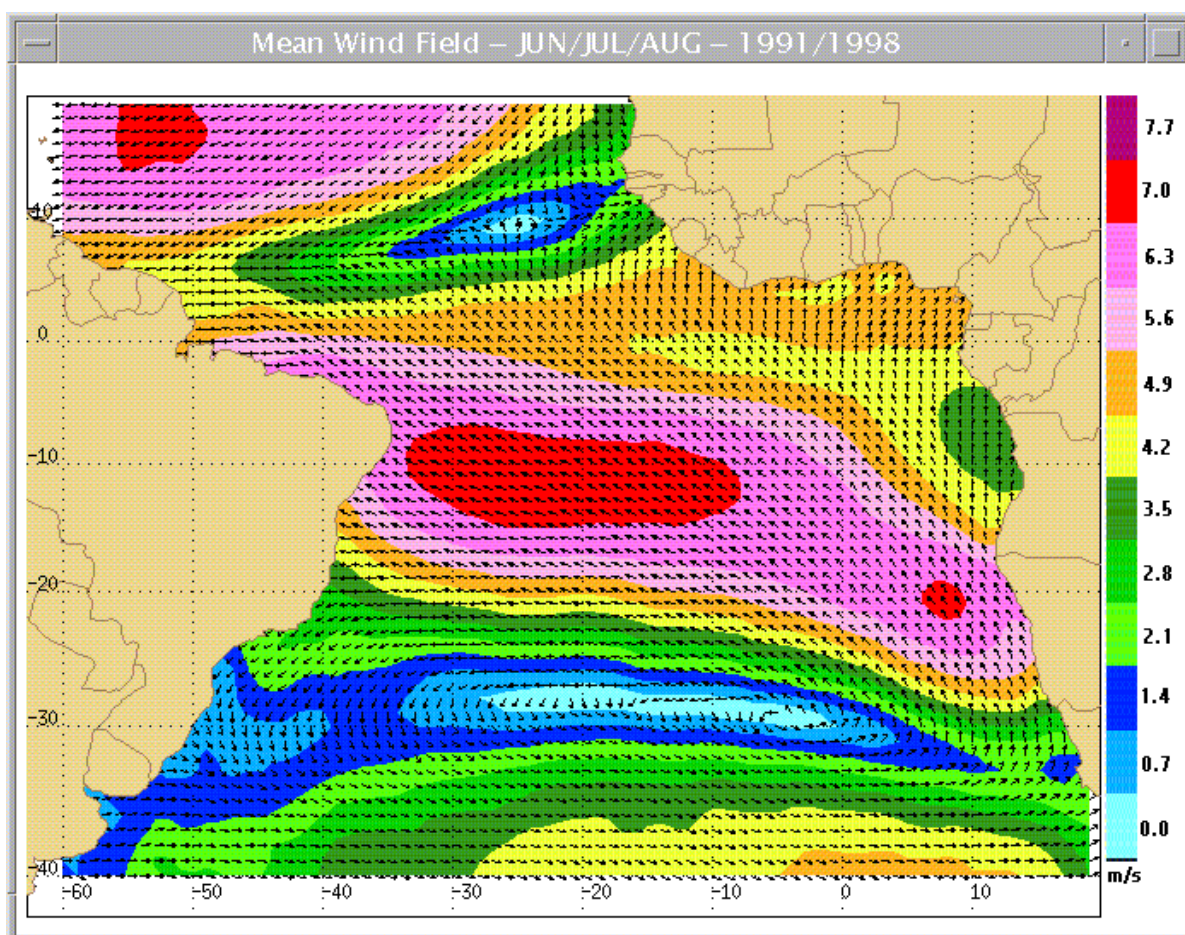


Figura 2 - Campo de vento médio para os meses de junho, julho e agosto

Os resultados apresentados anteriormente estão de acordo com Archer et al (1998) que utilizaram os dados dos satélites ERS-1, ESR-2 e Nscat para gerar um climatologia de vento para os oceanos do mundo. Estes autores derivaram os dados de intensidade e direção do vento, além de outras componentes como cisalhamento, rotacional e divergente, a partir dos dados coletados por estes satélites entre os anos de 1991 e 1998.

#### 4 Conclusões

Com o avanço da tecnologia espacial, e conseqüentemente o lançamento de satélites de sensoriamento remoto, tornou-se mais fácil estudar o ambiente terrestre. Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível observar a atual necessidade dos dados de vento para monitoramento de várias atividades no país. Estes dados se mostraram úteis tanto para fins comerciais, por exemplo, no planejamento de operações off-shore, e de pesquisa, para assimilação em modelos de previsão do tempo e circulação oceânica.

Com a realização deste trabalho foi possível observar que é possível estudar o campo de vento sobre a superfície do oceano com um alto grau de confiabilidade. Para isto, necessita-se de um método de interpolação robusto para recuperar feições nas regiões onde o satélite não cobre. A qualidade destes dados foi demonstrada na medida em que foram citados trabalhos da literatura que apresentaram resultados semelhantes.

Vale a pena salientar que este estudo teve um caráter inovador, onde se buscou demonstrar a

aplicabilidade destes dados. A partir disto pode-se pensar, num futuro próximo, em obter tais dados em tempo quase real. Para isto seria necessário um estudo mais aprofundado principalmente na transformação dos dados brutos adquiridos pelo satélite em informações de intensidade e direção do vento. Os resultados destes trabalhos poderão ser usados para melhorias nos modelos de previsão do tempo e de ondas e modelos de circulação oceânica.

### **Referências**

- Allender, A.H. Comparison of model and observed currents in lake michigan. **Journal of Physical Oceanography**, v. 7, p. 711-718, Sep. 1977.
- Archer, O.; Bentamy, A.; Dupont, L.; Firing, J.; Flament, P.; Grima, N.; Harscoat, V.; Loubrieu, F.; Maroni, C.; Pouliquen, S.; Quilfen, Y. Mean surface wind fields from the ERS-AMI and ADEOS-NSCAT microwave scatterometers. [CD-ROM]. In: WOCE Conference, Halifax, 1998.
- Cressman, G.P. An operational objective analysis system. **Monthly Weather Review**, v. 87, p. 367-374, 1959.
- European Space Agency (ESA) **New views of the earth: scientific achievements of ERS-1**. Noordwijk: Estec, 1995. 162 p. (ESA SP-1176/I).
- Harrison, D.E. Ocean surface wind stress. In: Gautier, C.; Fieux, M. ed. **Large-Scale Oceanographic Experiments and Satellites**. Dordrecht: D. Reidel, 1984. P. 99-115.
- Hastenrath, S; Heller, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quartely Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.
- Simpson, J.J.; Gobat, J.I. Robust velocity estimates, stream functions, and simulated lagrangian drifters from sequential spacecraft data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 32, n. 3, p. 479-492, May 1994.
- Young, I.R.; Holland, G.J. **Atlas of the oceans: wind and wave climate**. Oxford: Elsevier, 1996. 241 p. Cap. 7. Global wind and wave statistics, p. 67-229.