



# XIX CBMET

CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA

JOÃO PESSOA PB | 07 A 11 DE NOVEMBRO DE 2016

METEOROLOGIA: TEMPO, ÁGUA E ENERGIA



## EFEITO DAS ONDAS CURTAS NO TRANSPORTE DE MOMENTUM NA INTERFACE AR-MAR

**Autores:** I. A. Gonçalves, V. Innocentini, e R. P. Da Rocha

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a inclusão de ondas de gravidade curta e parasíticas-capilares tem sido reconhecida como um requisito fundamental para quantificar com precisão as trocas de calor, momentum, umidade e gás entre o oceano e a atmosfera, porque elas têm uma contribuição considerável (cerca de 80%) na geração de tensão de cisalhamento na interface ar-mar. Entretanto, para simplificar as implementações numéricas, as propriedades físicas dessas ondas curtas não são consideradas na formulação do espectro de onda utilizada nos modelos numéricos de previsão de tempo. Assim, os modelos numéricos de previsão simulam as trocas na interface ar-mar com menor acurácia. Desse modo, nesta pesquisa, foi investigado o efeito das propriedades físicas das ondas curtas na transferência de momentum.

### 2. METODOLOGIA

A investigação foi realizada através de simulações numéricas com um modelo unidimensional de camada limite atmosférica. Para avaliar o efeito das ondas curtas, foram consideradas duas formulações para quantificar a energia espectral das ondas: (i) um espectro apropriado de ondas curta, o qual está associado às propriedades físicas da onda e (ii) um espectro extrapolado de ondas curtas (utilizado em modelos de previsão), o qual não considera as propriedades físicas da onda. Esses dois espectros foram implementados no modelo de camada limite atmosférica. Após a implementação, foram realizadas simulações numéricas com ventos de 20 m/s, sendo o balanço de momentum calculado com os dois espectros supracitados.

### 3. RESULTADOS

Foi observado que o espectro de ondas curtas tem potencial para modificar o balanço de momentum na baixa atmosfera. Foi notada que a energia das ondas calculada pelo espectro extrapolado é em média 2 ordens de grandeza maior que a energia calculada pelo espectro apropriado de ondas curtas. Além disso, o espectro extrapolado não é modificado em função da agitação do mar, comportamento bem diferente foi notado no espectro apropriado de ondas curtas, uma vez que esse varia em função das condições do mar. Utilizando o espectro apropriado de ondas curtas no cálculo do balanço de momentum, observou-se uma redução de aproximadamente 40% na turbulência induzida pela onda em relação aos valores calculados com o espectro extrapolado. Essas modificações do balanço de momentum afetaram o escoamento do ar à 10 metros de superfície e o comprimento de rugosidade.

### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e das discussões realizadas, conclui-se que é extremamente importante avaliar corretamente a energia das ondas curtas para calcular com maior acurácia o balanço de momentum na baixa atmosfera. Além disso, percebe-se que a energia das ondas curtas podem modificar o escoamento do ar na baixa atmosfera e a rugosidade do mar. Essas modificações no escoamento e na rugosidade do mar podem alterar toda a dinâmica da baixa atmosfera (transporte de momentum, calor e gás na interface ar-mar).

### 5. REFERÊNCIAS

- [1] INNOCENTINI, V.; GONÇALVES, I. A. The impact of spume droplets and wave stress parameterizations on simulated near-surface maritime wind and temperature. *Journal of Physical Oceanography*, v. 40, p. 1373-1389, 2010.
- [2] JANSSEN, P. A. E. M. Wave-induced stress and drag of air flow over sea waves. *Journal of Physical Oceanography*, v. 19, p. 745-754, 1989.
- [3] KITAIGORODSKII, S. A. On the theory of the equilibrium range in the spectrum of wind-generated gravity waves. *Journal of Physical Oceanography*, v. 13, p. 816-827, 1983.
- [4] KUDRYAVTSEV, V. N.; MAKIN, V. K.; CHAPRON, B. Coupled sea surface-atmosphere model. Part 2. Spectrum of short wind waves. *Journal of Geophysical Research*, v. 6, p. 7625-7639, 1999.
- [5] MAKIN, V. K.; KUDRYAVTSEV, V. N. Coupled sea surface-atmosphere model. Part 1. Wind over waves coupling. *Journal of Geophysical Research*, v. 104, p. 7613-7623, 1999.

### AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Projeto CNPQ - N.º158985/2014-1) e ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo pela oportunidade para a realização desse estudo a partir de financiamento de bolsa de pesquisa e custeio.