

ESTUDO DE ILHA DE CALOR NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO: ASPECTOS DAS CIRCULAÇÕES LOCAIS COM A UTILIZAÇÃO DO MODELO ATMOSFÉRICO BRAMS ACOPLADO AO ESQUEMA DE ÁREA URBANA

Fernanda Batista Silva^{1,4}, Edilson Marton², Gustavo Bodstein³, Karla Longo¹

¹INPE-CPTEC – São José dos Campos – fernanda.batista@cptec.inpe.br⁴

²Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Meteorologia

³Universidade Federal do Rio de Janeiro – Programa de Engenharia Mecânica

RESUMO: Neste estudo é feita uma investigação sobre as relações existentes entre as circulações locais e a formação da Ilha de Calor Urbana (ICU) na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Destaca-se a importância da urbanização e dos principais mecanismos físicos responsáveis pelo processo de formação, modulação e desintensificação da ICU. Para a realização deste trabalho foram analisadas simulações numéricas com o modelo atmosférico BRAMS acoplado ao esquema TEB (Town Energy Budget). Na análise do campo horizontal de temperatura e vento é evidente na simulação com o esquema TEB, núcleos de temperaturas mais elevadas na área urbana e conseqüentemente uma ICU bem definida na RMRJ. Para a análise vertical foi verificado movimentos ascendente organizados na área urbana em decorrência da ICU.

ABSTRACT: In this study, the relationship between local circulations and Urban Heat Island (UHI) formation in the Rio de Janeiro Metropolitan Region (RJMR) is investigated. Urbanization and the main physical mechanisms responsible for the formation, modulation and dissipation of the UHI are highlighted. This work were performed numerical simulations using the BRAMS atmospheric model coupled with the TEB (Town Energy Budget). In the analysis of the horizontal temperature and wind fields of the simulation with the TEB scheme, higher temperatures in the urban areas, and consequently a well-defined UHI in the RJMR, were observed. In the vertical analysis, organized ascending motions in the urban area due to the presence of the UHI were verified.

1. INTRODUÇÃO

O ser humano através do crescimento das cidades tem contribuído para provocar muitas modificações no meio ambiente, principalmente em relação à distribuição dos seus recursos naturais, que em muitos casos, podem ser irreversíveis. Com a urbanização, novos espaços e ambientes foram criados e novos usos do solo foram se desenvolvendo ao longo destes meios. O processo de urbanização é uma atividade humana que provoca importantes modificações

meteorológicas, pois causa mudanças nas condições climáticas locais e regionais de uma cidade gerando bolsões térmicos sobre as áreas urbanizadas e formando um efeito complexo, chamado de Ilha de Calor Urbana (ICU) (Oke, 1987).

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo avaliar a ICU na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) e suas conseqüentes alterações na circulação local utilizando o modelo atmosférico de mesoescala Brazilian Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS). Mais especificamente, o objetivo deste trabalho é avaliar a estrutura dinâmica e termodinâmica da ICU pelo tratamento adequado da área urbana através do esquema *Town Energy Balance* – TEB (Masson, 2000 e Freitas, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foram utilizados dois domínios nas simulações com o BRAMS, sendo o primeiro com maior espaçamento horizontal e abrangendo uma área maior e o outro domínio aninhado, com decaimento de espaçamento entre pontos de grade na razão 4:1. Portanto, as duas grades possuem espaçamento horizontal entre pontos de grade de 16 km e 4 km para os domínios 1 e 2, respectivamente. Na vertical, foram utilizados 49 níveis em coordenadas sigma-z, com um espaçamento inicial de 20 m próximo à superfície e uma amplificação por um fator de 1,1 até atingir o espaçamento de 1000 m. A partir daquele ponto, manteve-se o espaçamento de 1000 m entre os níveis subsequentes até o topo do modelo. Como condição inicial e condição de contorno do modelo foram utilizadas as análises do modelo ETA de espaçamento horizontal de 20 km, em um intervalo de seis horas.

A definição do período de estudo tem como referência o trabalho de Moraes (2008), o qual avaliou as condições sinóticas referentes ao mês de setembro de 2007. O autor verificou que entre os dias 04 e 12 de setembro de 2007 houve a atuação predominante da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) sobre a RMRJ com a presença bem estabelecida de uma ICU. Após esta análise o autor identificou o dia 06 como representativo da ICU sob a atuação da ASAS. Portanto, neste trabalho também será destacado o dia 6 como representativo da formação da ilha de calor na área urbana.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os campos horizontais de temperatura e vento das simulações com e sem TEB referente ao dia 06 de setembro somente para os horários de 15Z, 18Z e 21Z são mostrados na Figura 1, cuja coluna da esquerda corresponde à simulação sem o TEB e a coluna da direita correspondendo à simulação com o uso do esquema TEB. No horário das 15Z observa-se temperaturas elevadas na área urbana da RMRJ nas simulações com e sem o esquema TEB (Figura 1a e 1d). Os

valores máximos de temperatura ocorrem por volta das 18Z em ambas às simulações (Figura 1b e 1e). Ainda nesse horário, destaca-se que na simulação com o TEB (Figura 1e) ocorrem os valores mais elevados de temperatura (34°C), principalmente entre os maciços da RMRJ. No horário das 21Z observa-se que as simulações com e sem o TEB ainda apresentam altas temperaturas na área urbana (Figura 1c e 1f). Entretanto, com o uso do TEB (Figura 1f) observa-se que a ICU é mais intensa e com maior extensão horizontal, devido ao calor aprisionado na RMRJ. Na análise do vento às 15Z (Figura 1a e 1d) observa-se a presença da brisa marítima com ventos de direção SE/E ao longo de quase toda a orla marítima, exceto nas proximidades da Baía de Sepetiba onde se verifica a presença de um corredor de ventos de norte. A brisa marítima neste horário avança para dentro do continente, porém observa-se ventos fracos/calmaria da RMRJ principalmente entre os maciços. Às 18Z a presença da brisa marítima já é dominante na RMRJ, estabelecendo ventos de SE/E na Baía de Sepetiba (Figura 1b e 1e). Neste horário a simulação com TEB (Figura 1e) apresenta ventos menos intensos entre os maciços. Estes ventos mais fracos conseqüentemente favorecem os máximos de temperatura devido à menor mistura do ar quente da área urbana com o ar menos quente da vizinhança. No horário das 21Z, a brisa marítima se desintensifica e novamente um ciclo reverso se inicia (Figura 1c e 1f). Outro aspecto importante no campo horizontal de temperatura e vento é que durante o dia, devido ao efeito da brisa marítima não são verificadas na área urbana ao longo da orla marítima temperaturas tão elevadas como nas demais partes da RMRJ.

Para avaliar o comportamento vertical da temperatura e do vento foi escolhido um ponto na área urbana da RMRJ para o dia 06 de setembro nos horários das 15Z, 18Z e 21Z. O corte vertical foi feito para o domínio horizontal de 4 km a partir da longitude fixa de 43.4°W , correspondente a região urbana da RMRJ. A Figura 2 mostra a análise vertical para o ponto de 43.4°W , onde o eixo vertical representa a variação dos níveis verticais de altura em metros e a horizontal representando a variação das latitudes. No horário das 15Z (Figura 2a e 2d) observa-se na área urbana um bolsão de temperaturas mais elevadas (28° a 30°C) característico da ICU. Observa-se um escoamento sobre a superfície do oceano em direção ao continente, caracterizando a brisa marítima. Além disso, é verificado a frente de brisa marítima e movimentos ascendentes no limiar entre o mar e a terra. Ao mesmo tempo, na base da Serra dos Órgãos (latitude de 22.6°S) é verificada uma célula vertical que é formada pela convergência do escoamento de componente norte da Serra dos Órgãos e do escoamento de componente sul da brisa marítima. Destaca-se no campo de temperatura da simulação com o TEB (Figura 2d) valores de 32°C próximo a superfície correspondente a região urbana. No horário das 18Z (Figura 2b e 2e), as temperaturas estão mais elevadas (30 a 32°C) na área urbana em torno da latitude de 22.8°S principalmente na simulação com o TEB onde as temperaturas mais elevadas ocorrem numa maior extensão espacial (Figura 2e). Neste horário, ainda destaca-se movimentos ascendentes na região urbana atingindo a altura de aproximadamente 1500 m na simulação com o TEB (Figura 2e) e cerca de

1200m na simulação sem o uso do TEB (Figura 2b). Movimentos de retorno são observados sobre o oceano mais evidentes com extensão vertical de aproximadamente 1500 m. Às 21Z (Figura 2c e 2f) observa-se os movimentos ascendentes correspondentes na área urbana, destacando-se a simulação com o TEB (Figura 2f) que apresenta movimentos mais organizados, além de ocupar uma maior extensão horizontal da área urbana e uma maior profundidade vertical (1800 m). Além disso, a célula de retorno sobre o oceano também é mais desenvolvida na simulação com o esquema urbano (Figura 2f). No horário das 21Z, a ICU ainda se encontra configurada e com temperaturas elevadas na RMRJ, principalmente na simulação com o TEB (Figura 2f) que ainda são verificados valores de 32°C na área urbana.

5. CONCLUSÕES

No estudo foi discutida a ICU e suas alterações na circulação da RMRJ utilizando o modelo BRAMS, avaliando-se o uso do esquema TEB na representação dos processos de superfície em áreas urbanas. Na análise do campo horizontal de temperatura foram evidenciados máximos de temperatura na região urbana marcando a presença da ICU na RMRJ, principalmente nos horários das 18Z e 21Z. Este comportamento é ainda mais destacado com a utilização do TEB. Na análise do campo de vento, observou-se que as simulações com o TEB apresentaram ventos mais fracos na área urbana, favorecendo a menor mistura do ar quente da área urbana com o ar menos quente da vizinhança. Na análise do corte vertical da área urbana ficou evidenciado a circulação de brisa marítima e a importância da topografia nos ventos catabáticos da Serra dos Órgãos. Além disso, em ambas as simulações foi possível identificar a extensão horizontal e vertical da ICU, com a ocorrência dos movimentos ascendentes na região urbana associados a ICU. Destaca-se que a simulação com TEB apresentou os maiores valores de temperatura nos níveis próximos a superfície, além de apresentar os movimentos ascendentes mais organizados e profundos na área urbana. Com este trabalho foi possível avaliar que o esquema TEB mostrou-se como uma importante ferramenta no estudo da ICU na RMRJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FREITAS, E. D., 2003: *Circulações locais em São Paulo e sua influência sobre a dispersão de poluentes*. Tese de D.Sc., Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- MASSON, V., 2000: A Physically-Based Scheme for the Urban Energy Budget in Atmospheric Models. *Boundary-Layer Meteorology*, 94, 357-397.
- MORAES, N. O., 2008: *Modelagem do mecanismo de formação e desintensificação de ilha de calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Dissertação de M.Sc., Programa de Engenharia Mecânica da COPPE/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- OKE, T.R., 1987: *Boundary Layer Climates*. 2. ed., London; New York: Routledge.

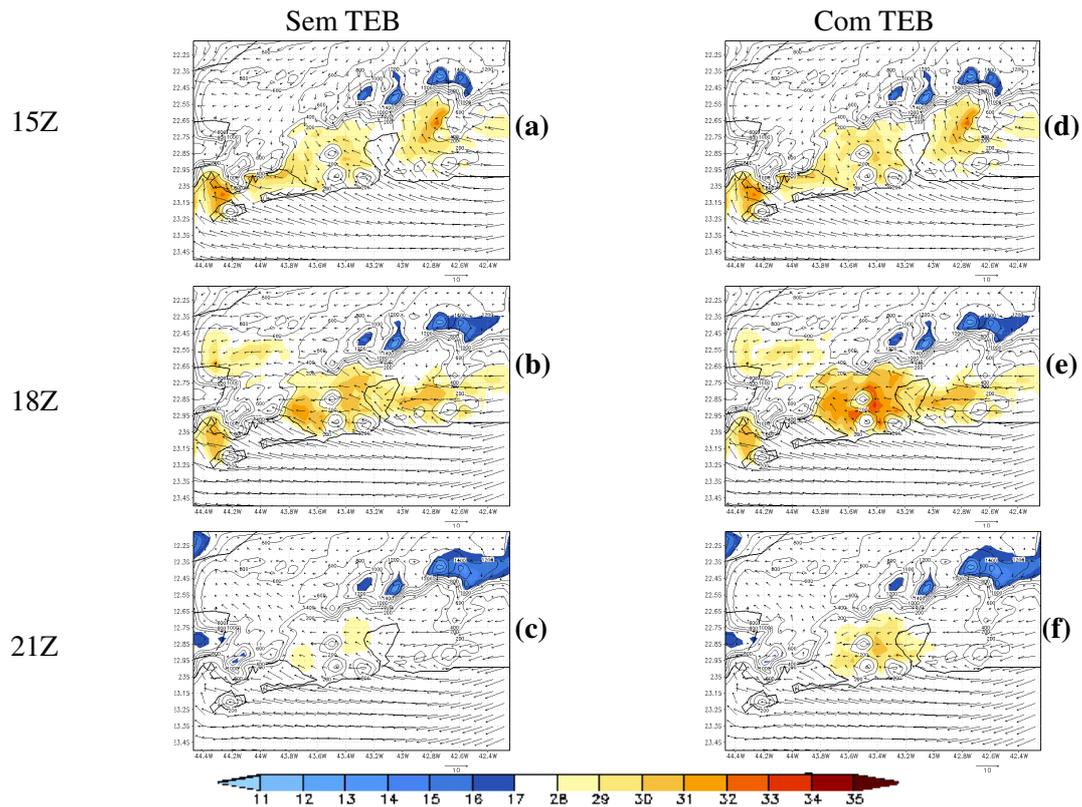


Figura 1 - Campo de temperatura do ar e direção do vento no dia 06/09/2007 para as simulações sem TEB (a-c) e com TEB (d-e) no horário das 15Z, 18Z e 21Z. A topografia é representada em contornos ao fundo.

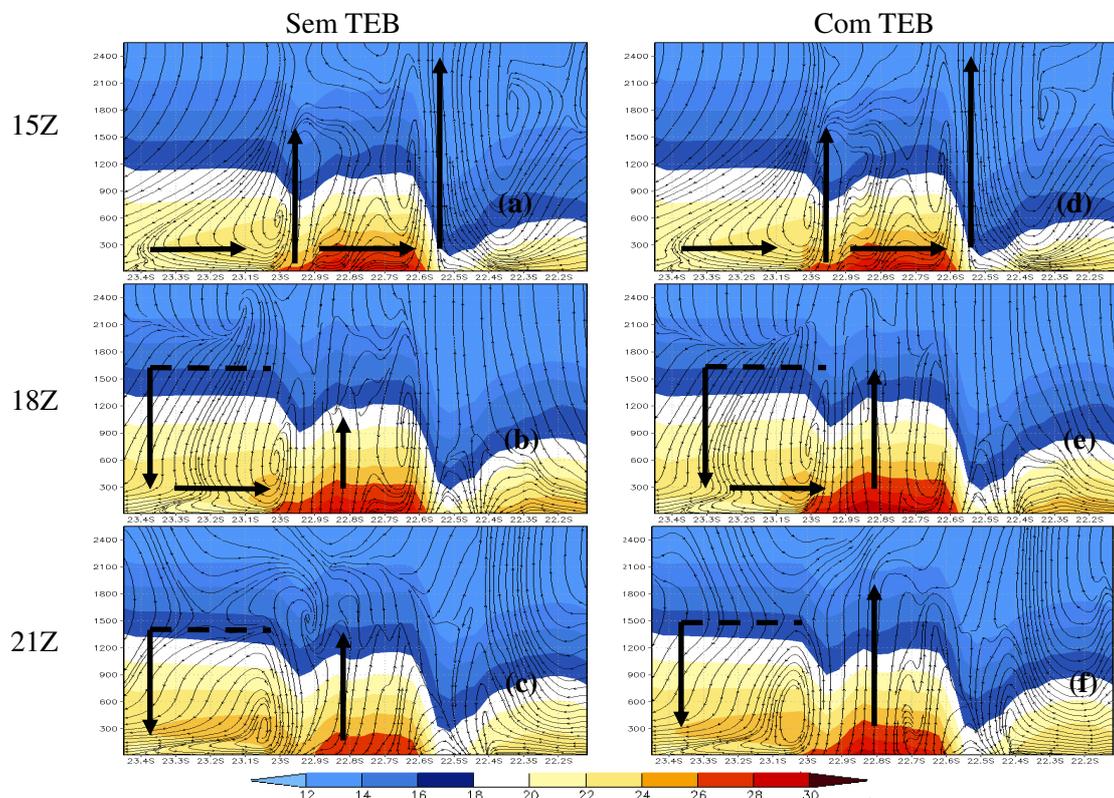


Figura 2 - Corte vertical da temperatura e linha de corrente do vento no ponto 43.4°W dia 06/09/2007 para as simulações sem TEB (a-c) e com TEB (d-f) no horário das 15Z, 18Z e 21Z.