

INVESTIGAÇÃO DAS CIRCULAÇÕES LOCAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Carine Malagolini Gama^{1,3}, Amauri Pereira de OLIVEIRA¹

¹IAG/USP – São Paulo, SP; ²carine_gama@hotmail.com

RESUMO: Estudos observacionais e de modelagem numérica indicam que as circulações locais na região metropolitana da cidade de São Paulo são afetadas pela brisa marítima, topografia e ocupação do solo. Do ponto de vista observacional até o presente momento não foi detectado a presença de circulações locais associadas à presença da ilha de calor urbana. Neste trabalho serão apresentados os resultados preliminares da análise da evolução diurna e sazonal da direção do vento em São Paulo, utilizando como referencia as observações realizadas na Plataforma Micrometeorológica do IAG da USP durante o ano de 2011. Os resultados indicam a existência de uma oscilação diurna com ventos variando entre quadrante NW e SE resultante da penetração da brisa marítima. Oscilações similares são observadas também com uma frequência de período menor associada aos distúrbios de escala sinótica com período de 5 (inverno) a 7 dias (verão).

ABSTRACT: Observational and numerical modeling studies indicate that local circulations in the metropolitan region of São Paulo are affected by sea breeze, topography and land use. At this moment it was not detected the presence of local circulations associated with the Urban Heat Island. This work describes an observational investigation of wind in the metropolitan region of São Paulo based on observations carried out in the Micrometeorological Platform of IAG USP during 2011. The results indicate a presence of a diurnal oscillation in winds ranging from Northwest quadrant and Southeast result of the penetration of sea breeze. Similar oscillations are also observed with smaller frequency associate to the synoptic scale disturbances with period of 5 (winter) and 7 days (summer).

1. INTRODUÇÃO

A variação sazonal dos ventos de superfície na região metropolitana da cidade de São Paulo (RMSP) é controlada pela posição e intensidade relativa do anticiclone do Atlântico Sul e da Baixa Continental. Esses dois sistemas combinados induzem ventos, durante o verão, de N-NE e, durante o inverno de NE-E. Esse padrão é frequentemente afetado pelos sistemas sinóticos de inverno, tal como frente fria, e pela circulação da brisa marítima. As frentes frias que penetram na RMSP estão associadas a ventos pré-frontais de NW e pós-frontais de SE. Apesar da

distância do oceano (cerca de 60 km), a brisa marítima penetra em São Paulo em mais de 50% dos dias do ano, gerando ventos pré-frontais de NW e pós-frontais de SE (Oliveira *et al.*, 2003). Até o presente momento não existe nenhum trabalho disponível da literatura apresentando evidências observacionais da circulação centrípeta associada ao efeito da ilha de calor urbana (ICU) em São Paulo. Por outro lado, a análise das observações de superfície indica que a evolução temporal do campo do vento na região da Cidade de São Paulo é modulada pela topografia da região (Oliveira *et al.*, 2003; Karam *et al.*, 2003).

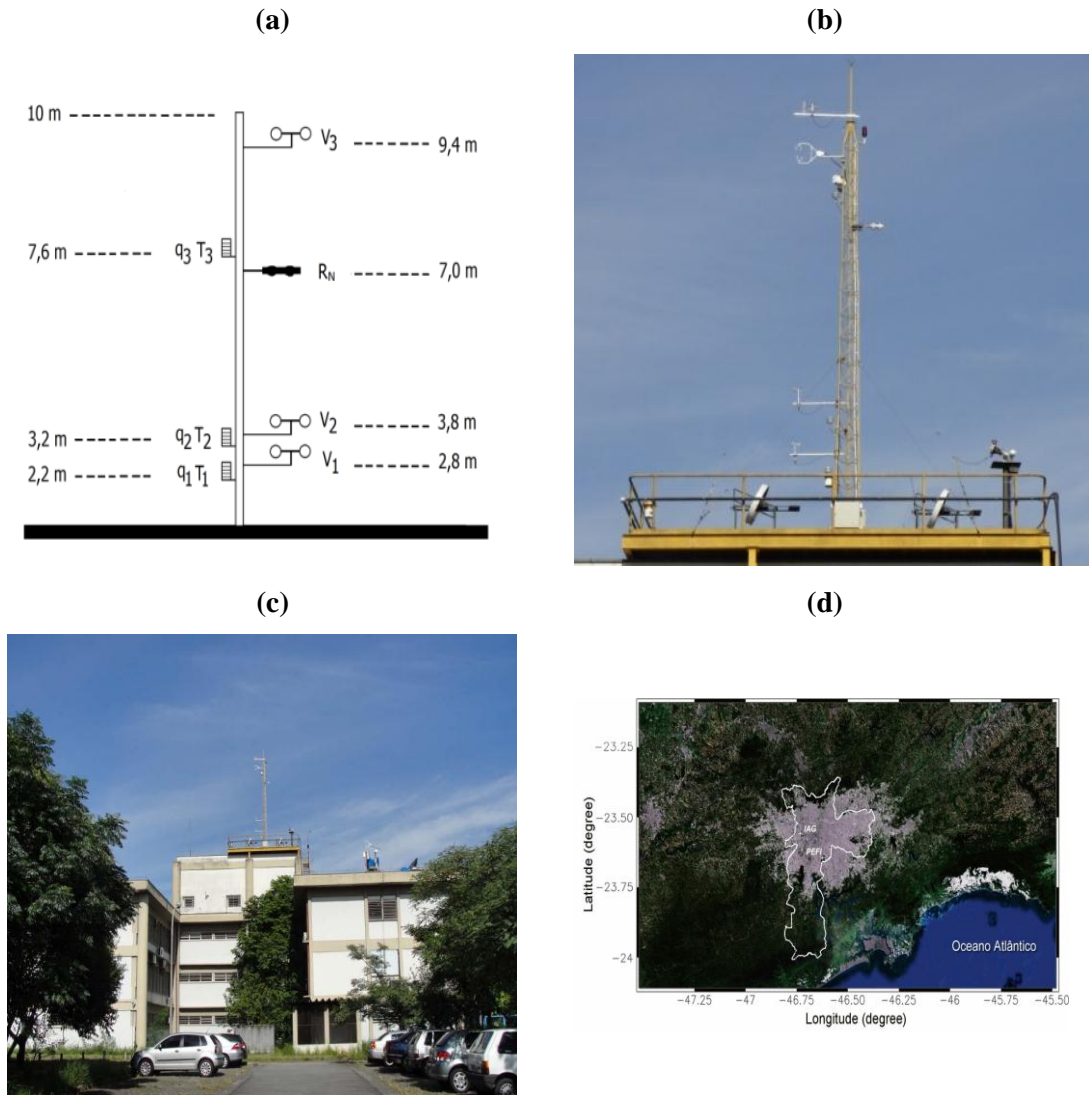


Figura 1: (a) Desenho esquemático da altura dos anemômetros; (b) Foto da Torre Micrometeorológica; (c) Foto da Plataforma Micrometeorológica do IAG da USP; (d) Localização geográfica do IAG. A plataforma está no topo do prédio do IAG (c) a 14,5 metros acima da superfície. A direção do vento está a 9,4 m da superfície da plataforma (a, b).

Estudos baseados em modelagem numérica das circulações locais também comprovam o papel dominante da topografia na formação e manutenção das circulações locais na RMSP (Morais, 2009) e apontam no sentido de que a RMSP pode estar sendo afetada por jatos de baixos níveis associados à oscilação inercial do vento na camada de mistura residual durante o período noturno (Bárbaro, 2010).

Neste trabalho os dados de ventos coletados durante o ano de 2011 são utilizados para efetuar uma caracterização estatística do comportamento do escoamento na superfície da RMSP, utilizando como referência as observações da direção do vento realizadas na Plataforma Micrometeorológica do IAG da USP desde 2010 (Fig. 1).

2. METODOLOGIA

A caracterização das circulações locais na RMSP foi efetuada neste trabalho por meio de uma análise estatística dos dados de vento observados com anemômetros instalado em uma torre micrometeorológica a 9,4 m acima do nível da superfície da Plataforma Micrometeorológica do IAG da USP. A plataforma está localizada no topo do prédio do IAG, campus do Butantã, cerca de 14,5 m acima no nível da superfície (Fig. 1c).

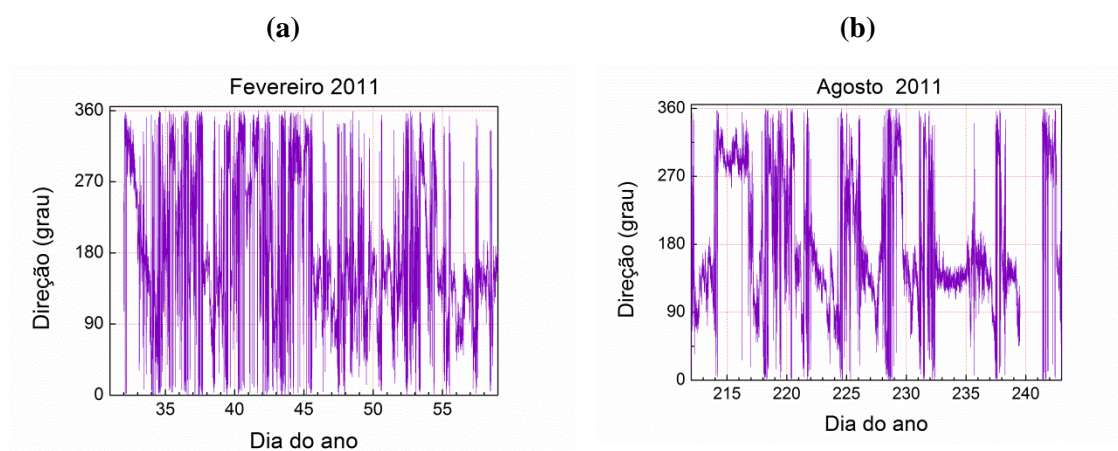


Figura 2. Evolução temporal da direção do vento nos meses de (a) fevereiro e (b) agosto de 2011 na cidade de São Paulo. Observação realizada no nível de 24 m acima da superfície.

3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Na figura 2 são apresentados a evolução temporal da direção do vento em São Paulo durante os meses de fevereiro e agosto de 2011, representando as condições climáticas locais de verão e inverno. Nesta figura verifica-se que a direção do vento em São Paulo permanece oscilando entre NW e SE durante os períodos de verão e inverno. Na Figura 3 são apresentados os

histogramas de frequência relativos aos meses de fevereiro e agosto de 2011, onde se comprova que a direção mais frequente em São Paulo é SE e a segunda mais frequente NE. A análise individual de cada dia do ano de 2011 indica que existem dois ciclos bem definidos de oscilação na direção do vento: ciclo diurno associado a brisa e um ciclo com frequência menor cujo o período varia entre 5 e 7 dias associado a distúrbios de escala sinótica.

Estudos observacionais e de modelagem numérica indicam que as circulações locais na região metropolitana da cidade de São Paulo são afetadas pela brisa marítima, topografia e ocupação do solo. Do ponto de vista observacional até o presente momento não foi detectado a presença de circulações locais associadas à presença da ilha de calor urbana. Neste trabalho serão apresentados os resultados preliminares da análise da evolução diurna e sazonal da direção do vento em São Paulo, utilizando como referencia as observações realizadas na Plataforma Micrometeorológica do IAG da USP durante o ano de 2011. Os resultados indicam a existência de uma oscilação diurna com ventos variando entre quadrante NW e SE resultante da penetração da brisa marítima. Oscilações similares são observadas também com uma frequência de período menor associada aos distúrbios de escala sinótica com período de 5 (inverno) a 7 dias (verão).

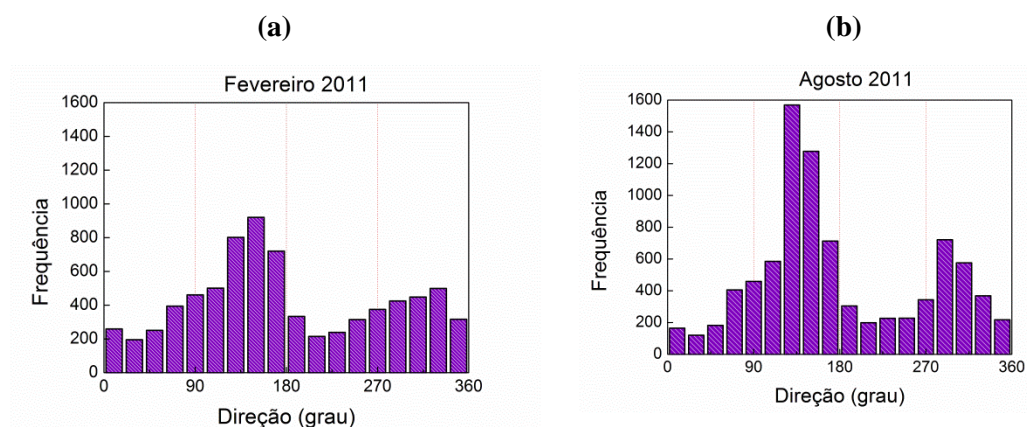


Figura 3. Distribuição de frequência da direção do vento observada nos meses de (a) fevereiro e (b) agosto de 2011 na cidade de São Paulo.

4. AGRADECIMENTOS

Este trabalho está sendo financiado pelo CNPQ (Proc. 476812/2011-9) e FAPESP (Proc. 2011/50178-5) e Pela Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bárbaro, E.W., 2010: Investigação da camada limite planetária noturna na região metropolitana de São Paulo utilizando o modelo LES. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Ciências Atmosféricas, IAG, USP, SP, Brasil, 79 pp.

- Karam, H., Oliveira, A.P., and Soares, J., 2003: Application of Mass Conservation Method to Investigate the Wind Patterns over an Area of Complex Topography. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Science and Engineering*, **25(2)**, 115-121.
- Marciotto, E.R., Oliveira, A.P. and Hanna, S.R., 2010: Modeling study of the aspect ratio influence on urban canopy energy fluxes with a modified wall-canyon energy budget scheme. *Building and Environment*. doi:10.1016/j.buildenv.2010.05.012.
- Morais, M.V.B., 2010: Investigação da camada limite planetária sobre a região urbana de São Paulo por meio do modelo de mesoescala TVM acoplado ao modelo do dossel urbano de Martilli. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Ciências Atmosféricas, IAG, USP, SP, Brasil, 92 pp.
- Oliveira, A.P., Bornstein, R., and Soares, J., 2003: Annual and diurnal wind patterns in the city of São Paulo. *Water, Air and Soil Pollution: FOCUS*, **3**, 3-15.