

ANÁLISE OBSERVACIONAL E NUMÉRICA DO CAMPO HORIZONTAL DO VENTO NA REGIÃO DE SANTA TEREZINHA DE ITAIPU

Edmir Ravazzi Franco Ramos¹, Ernani Anderson¹, Sônia Maria Soares Stivari², Jonas Teixeira Nery²

1. Introdução

A circulação local é um sistema atmosférico de mesoescala forçado pelas características não homogêneas da superfície. As circulações termicamente forçadas tais como ventos de vale-montanha; brisa marítima, lacustre e fluvial; circulação urbana e as circulações geradas por forçante mecânica em razão das diferenças na rugosidade da superfície são geograficamente fixadas e possuem uma escala de tempo inferior a um dia. (Pielke, 1984)

A brisa lacustre geralmente é observada sob condições de céu claro, tempo seco e sem entrada de frentes. Este processo ocorre porque há diferenças entre as propriedades térmicas do solo e da água; a capacidade térmica da terra é menor que a da água. Durante o dia a radiação solar aquece a superfície do solo mais rapidamente que a superfície do lago. Como consequência, o ar sobre a terra expande mais do que sobre o lago, criando um gradiente de pressão no sentido da costa para o lago. Este gradiente causa um fluxo de ar do lago para costa, conhecido como *brisa lacustre*. Durante a noite o lago perde calor mais lentamente que a terra, o que deixa a temperatura do solo mais baixa que a do lago. Ocorrendo assim, uma inversão no gradiente de pressão e, conseqüentemente, a brisa flui no sentido oposto. A intensidade e a dimensão espacial da brisa lacustre depende do contraste térmico induzido pelo lago. O contraste térmico por sua vez depende do tamanho e configuração do lago, da sua localização, topografia e do uso do solo na sua vizinhança.

O entendimento do impacto da formação do lago de Itaipu sobre os processos turbulentos da Camada Limite Planetária e do comportamento do vento, zonas de convergência do escoamento do campo médio do vento, são importantes para o estudo do movimento de plantas patogênicas, esporos, pólen, fungos, insetos e uma variedade de outros aerobiotas da atmosfera (Westbrook and Isard, 1999).

O principal objetivo deste trabalho é caracterizar a circulação local na região da cidade de Santa Terezinha de Itaipu situada na margem esquerda (Brasil) do lago de Itaipu. O lago foi formado em 1982, localiza-se no oeste do Paraná na fronteira do Brasil e Paraguai e ocupa uma área de 1460 km². A extensão do lago é de 170 km na direção Norte-Sul e possui uma largura média de 7,5 km.

2. Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido utilizando dados de campo e um modelo numérico de

mesoescala. Os dados, cedidos pelo projeto ReMFPPar – Rede de Monitoramento de Fluxos de Ecossistemas do Paraná, foram obtidos de medidas contínuas realizadas na fazenda São Lourenço em Santa Terezinha do Itaipu (25°18'45"S – 54°26'15"W), situada a leste de um dos braços do lago de Itaipu. Foi utilizado o modelo numérico de mesoescala "Three Dimensional Vorticity Model" (TVM), versão não hidrostática, desenvolvido por Schayes (1996). Os experimentos numéricos estão sendo feitos para analisar o campo horizontal do vento da região de estudos para diferentes ocupações do solo. A grade do modelo é de 100 X 100 Km está centrada em 25°10'S e 54°30'W, com uma resolução horizontal de 1 x 1 Km.

Com os dados referentes ao período de fevereiro a dezembro de 2001 foram analisadas as hodógrafas com as médias horárias e as medianas horárias de cada mês. Feita a análise, identificou-se os meses que a circulação é típica de brisa lacustre.

3. Resultados e discussão

Através do modelo numérico foi investigado o padrão de circulação local da região de estudos. Esta investigação foi feita anteriormente por Stivari et al. (2003) com uma grade de resolução de 1 x 2 km, e observada a evolução da brisa para a região de Foz do Iguaçu. Neste trabalho a resolução do modelo foi aumentada. O modelo foi inicializado com um vento de NE, vento característico da região de estudos. A figura 1 mostra o campo horizontal do vento a 15 m, para o horário das 15 horas local do dia juliano 288 (15 de outubro), obtido do experimento numérico, com topografia realística, presença do lago e solo coberto com pastagem aberto. É observada uma divergência no campo horizontal do vento na região do lago, demarcado na figura pela isolinha de temperatura de 302,5 K.

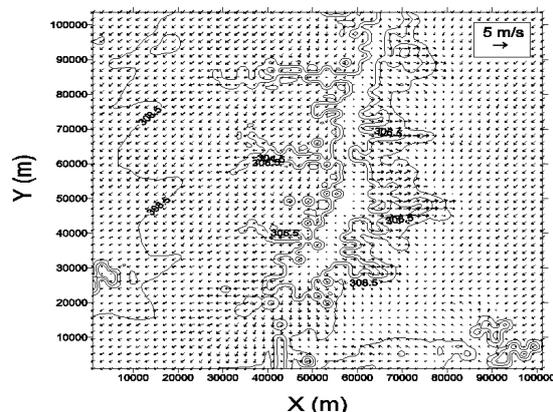


Figura 1. Campo horizontal do vento a 15 m, às 15 horas local do dia juliano 288. Experimento numérico com topografia realística e presença do lago e solo coberto com pastagem.

¹Aluno do Curso de Graduação em Física da UEM, Bolsista PIC.

²Dr. Prof. Departamento de Física, CCE, Universidade Estadual de Maringá, 87020-900, Maringá - PR. E-Mail: stivari@dfi.uem.br

A noite observa-se uma inversão na direção da propagação do vento conforme observado na figura 3.b. Foram feitas simulações sem a presença do lago, e não se observa o padrão de circulação da figura 1. A figura 2 mostra as isolinhas de campo vertical do vento, em um corte transversal em $y = 26$ km, ao longo da latitude da fazenda São Lourenço. São observadas duas células do movimento vertical ascendente nas duas margens do lago, 10 km a oeste e 20 km a leste deste, que representam a posição da frente da brisa lacustre. A evolução temporal destas células mostra que elas se propagam, para oeste a 10 km/h e para leste a 5 km/h, com uma profundidade de aproximadamente 600 m. A célula que se propaga para oeste atinge o limite da grade do modelo às 18:00 horas, a leste ela estaciona a 40 km do lago, devido a um efeito topográfico.

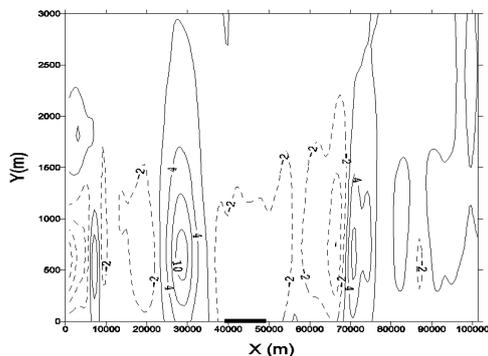


Figura 2. Isolinhas de campo vertical do vento, em um corte transversal em $y = 26$ km, ao longo da latitude da fazenda São Lourenço. A posição do lago é representada pelo retângulo sobre o eixo x.

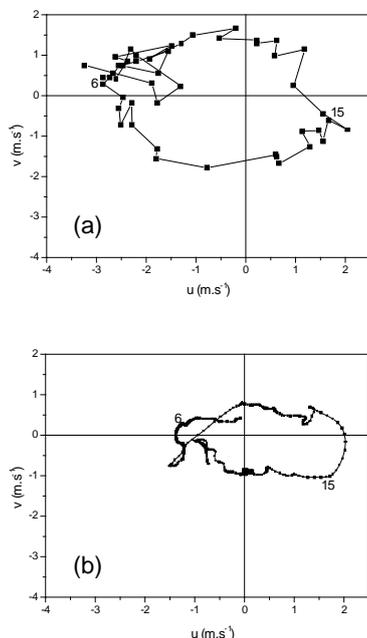


Figura 3. Hodógrafa do campo horizontal do vento da mediana horária do mês de outubro dos dados de campo (a) e a hodógrafa obtida do experimento numérico (b). Os números indicam a hora local.

A evolução temporal do campo horizontal do vento, em 45% dos meses observados, apresenta hodógrafas, das medianas horárias mensais, elípticas com padrão de circulação típico de brisa lacustre. O vento gira no sentido anti-

horário, e apresenta o eixo maior da elipse orientado no sentido NW-SE ou W-E, com aproximadamente 1,5 m/s vindo do lago no horário de máximo aquecimento diurno. Este padrão é observado em meses com dias não perturbados por sistemas sinóticos. É apresentado aqui a hodógrafa do mês de outubro (figura 3.a). Neste mês o solo da região de estudos estava ocupado com milho. Utilizando o modelo numérico foram feitos vários experimentos considerando diferentes épocas do ano e ocupação do solo. Os campos horizontais do vento obtidos do modelo apresentaram uma intensidade menor que os dos dados de campo, mas o padrão de circulação foi o mesmo. A figura 3.b mostra a hodógrafa do experimento numérico em questão. É observado que o padrão de circulação apresentado nas figuras 3.a e 3.b é o mesmo.

4. Conclusão

As observações mostram que no horário de máximo aquecimento o vento é do lago para a terra, à noite a direção inverte devido à brisa terrestre. Nos meses do período úmido não se observa hodógrafas com padrão de circulação local, com exceção de alguns dias isolados. A intensidade do vento varia de mês para mês dependendo da ocupação do solo ao redor do lago, devido à variação do contraste térmico entre o lago e a vizinhança. Seria esperado que no verão devido ao aquecimento maior da superfície, ocorresse a brisa lacustre, pois, o contraste térmico entre água e terra seria maior. Porém o Paraná está sob a influência de massas tropicais e equatoriais neste período. Forma-se grandes sistemas convectivos de mesoescala e algumas vezes zonas de convergência do Atlântico Sul. De maio a agosto o período é mais seco (Nery et al., 1997), quando predominam as massas polares, baixando a temperatura. Em dias de céu claro e tempo bom, apesar do contraste térmico entre superfície da água e terra ser menor, forma-se a circulação local.

Os resultados das simulações numéricas se aproximam muito das observações de campo, conforme observado na figura 3. Os experimentos numéricos indicam que há formação de brisa lacustre e terrestre e, portanto, a formação do lago de Itaipu interfere nos processos turbulentos da Camada Limite Planetária e no comportamento do vento, formando zonas de convergência do escoamento do campo médio do vento onde antes provavelmente não existia (conforme simulação feita sem o lago). A circulação local observada e simulada indica que a formação do lago modifica a dispersão de poluentes local, a propagação de plantas patogênicas, esporos, pólen, fungos, insetos e outros aerobiotas.

5. Referências bibliográficas

- STIVARI, S. M.S., OLIVEIRA, A.P., KARAM, H. A., SOARES J., 2003: Patterns of Local Circulation in the Itaipu Lake Área: Numerical Simulations of Lake Breeze. *J. Atmos. Meteor.* Vol **42**, nº 1, pp 37-50.
- PIELKE, R. A. 1984: **Mesoscale Meteorological Modeling**. Academic Press Inc., Orlando, Florida, USA. 612 p.
- NERY, J. T., VARGAS, W. M., MARTINS, M. L. O. F., 1997: Variabilidade Interanual da Precipitação do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Vol **5**, pp 115 – 125.
- WESTBROOK, J. K. , ISARD, S. A., 1999: Amospheric scales of biotic dispersal. *Agricultural and Forest Meteorology*, **97**, pp. 263-274.