

## Ocorrência de intempéries no extremo oeste paulista

### Occurrence of inclement weather in far western São Paulo State, Brazil

Antonio Jaschke Machado  
Universidade Estadual Paulista – UNESP  
jaschke.machado@unesp.br

#### Resumo

Este artigo relata uma demanda recebida pelo pesquisador a partir da justiça civil. Envolve dois episódios em que supostamente haveriam ocorrido danos e prejuízos materiais associados a intempéries. A análise do ciclo diário dos fluxos radiativos em ondas curtas e longas, além da temperatura do ar e umidade absoluta, todos observados com resolução temporal de 5-min, traz à luz indícios da ocorrência de frentes de rajada associadas ao desenvolvimento e colapso de sistemas convectivos. Mesmo não se tendo medido o vento, a incorporação do conceito de monção aos registros realizados evidencia a possibilidade de a pesquisa em climatologia dos fluxos energéticos subsidiar decisões judiciais, respeitadas as limitações escalares concernentes ao fenômeno.

**Palavras-chave:** Justiça atmosférica, Monção, Fluxos radiativos.

#### Abstract

This article reports a demand received by the investigator from the civil justice, involving two episodes in which there were material damages supposed in association to inclement weather occurrences. The analysis of the daily cycle, with 5-min temporal data storage resolution, of the radiation fluxes in short and long waves, besides the also observed temperature of the air and absolute humidity, brings to light indications of the occurrence of gust fronts associated to the development and collapse of convective systems. Even if the wind was not measured, the incorporation of the concept of monsoon to the records made evidences the possibility of the research in climatology of the energy fluxes to subsidize judicial decisions, respecting the scalar limitations concerning the phenomenon.

**Keywords:** Atmospheric justice, Monsoon, Radiation fluxes.

## **Introdução**

Pelo presente, divulgo a natureza didática e científica das atividades desenvolvidas na Estação Meteorológica da FCT-UNESP, a partir da data de 11 de março de 2016, quando fui nomeado supervisor da Estação. Sob minha supervisão, a prestação de serviços à comunidade tem se restringido ao atendimento de visitas escolares, como meio de difusão do conhecimento. Tal limitação deve-se, em parte, à inexistência, atualmente, de um corpo técnico capaz de operar rotineiramente os registradores convencionais. Todavia, a Estação possui em suas instalações equipamentos automáticos mantidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), cujos dados são disponibilizados em tempo real, de domínio público (INMET, 2018; CETESB, 2018) e respectiva análise pode vir a ser realizada por profissional ou empresa devidamente capacitado e legalmente credenciado para tal fim. Cabe ainda ressaltar a existência, no âmbito da UNESP, do Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet) sediado em Bauru, SP, operador, dentre outros equipamentos, do radar meteorológico (IPMET, 2018) de Presidente Prudente, SP e pode vir também a fornecer indícios a respeito da ocorrência de eventos meteorológicos na região.

Não obstante, no âmbito da pesquisa científica (MACHADO, 2017) também se pode aferir informações sobre a ocorrência de eventos meteorológicos, algumas vezes classificados como intempéries geralmente quando acompanhadas por ventos fortes. Vez por outra, surgem alegações de que tais intempéries constituem-se em fator determinante na causa de danos e prejuízos a terceiros, resultando em ações na justiça civil.

Atualmente, este tipo de análise para tal finalidade de esclarecimento ao juízo tem recebido a denominação de justiça climática. Envolve situações nas quais questões éticas ou políticas poderiam ser resolvidas tomando-se como fundamento o conhecimento climático. Todavia, o conceito de clima, apesar de constituir-se em um conceito deveras abstrato, emerge indubitavelmente de uma noção física. Por esta razão, a abordagem ética de conceito físico pode ser inadequada e significativamente controversa. Sendo assim, mais apropriado talvez fosse empregar o termo justiça atmosférica (VANDERHEIDEN, 2008), pois o dilema legal aqui posto não repousa de imediato sobre uma base de conhecimento moral, mas muito antes sim sobre uma base de conhecimento físico. Neste caso, a abstração se diluiria em favor da materialização de um objeto palpável e mensurável, a atmosfera.

Aquém de qualquer querela de ordem etimológica, detenhamo-nos na natureza das intempéries e sua investigação científica. Dois episódios suscitaram ações judiciais: os eventos registrados nos dias 16 de março e 22 de dezembro de 2016, apresentados e discutidos a seguir. Mesmo não se tendo registro da circulação do ar, os resultados experimentais apontam algumas evidências da ocorrência de ventos fortes.

Os ventos fortes são a manifestação dos deslocamentos de massa de dentro da nuvem em direção ao chão, comumente denominados frentes de rajada. A denominação frente está associada ao fato das rajadas virem acompanhadas de repentinas quedas na temperatura do ar, originário das entranhas das nuvens desde níveis muito elevados. Esta caracterização de uma grande célula convectiva, tão típica dos meses mais quentes do ano, guarda relação com outra circulação de escala maior, a circulação de monções. Devemos a Adalberto Serra a ideia de que há monção na América do Sul. Mas, a noção intuitiva talvez seja mais antiga.

A história das monções do Cuiabá é de certa forma, um prolongamento da história das bandeiras paulistas, em sua expansão para o Brasil Central. Desde 1622, numerosos grupos armados, procedentes de São Paulo, Parnaíba, Sorocaba e Itu, trilharam constantemente terras hoje mato-grossenses, preando índios ou assolando povoações de castelhanos (HOLANDA, 1945).

Sob o contexto histórico, monção é o período favorável à navegação dos rios, durante o qual era possível às bandeiras paulistas embrenharem-se pelo continente. Muito provavelmente, em sentido análogo, também os antigos navegadores árabes aplicassem o termo.

A brisa do oceano para o continente não é apenas um fenômeno regional, também é um fenômeno continental (AZEVEDO, 2002). Quanto maior a escala espacial analisada a reversão dos ventos se dá por um giro parcial, podendo ser exatamente em oposição (180°) como no caso indiano, ao mesmo tempo em que a duração do giro dos ventos estende-se por um período muito maior, podendo chegar a meses.

Propõe-se neste estudo que se munido de conceitos de circulação do ar tanto de escalar maior, no caso as monções, quanto de escalas menores, no caso células convectivas, o investigador dos fluxos radiativos pode lançar mão de algumas evidências que atestam a ocorrência de intempéries. Não se trata, pois, de negar a relevância das medições da intensidade do vento, mas de atribuir-lhe alguma estimativa, sobretudo quando acompanhado de chuva

significativa. A ocorrência de chuvas, por sua vez, gera escoamento superficial de água. Nestas condições a água normalmente encontra-se razoavelmente mais fria do que a superfície. O contraste térmico, ativa uma componente importante do fluxo radiativo, liberando por breves intervalos quantidades acentuadas em ondas longas, as quais podem ser percebidas por radiômetros apontados para o chão e municiados por um sistema de aquisição de dados com frequência mais elevada do que a que habitualmente se emprega nas estações meteorológicas.

Este estudo também tem o propósito de aplicar um método científico dedutivo mediato, acessar a ideia viva por detrás do fenômeno somando-se observação de fatos cognoscíveis aos conhecimentos científicos.

Antes de tudo, o analista deve investigar se, afinal, está realmente lidando com uma síntese ou se aquilo com que se ocupa é apenas uma agregação. Uma suspeita desse tipo é dada por aqueles capítulos do saber com os quais não se consegue avançar. Nesse sentido, poder-se-ia fazer observações bastante frutíferas sobre meteorologia (GOETHE, 1829).

### **Breve caracterização das localidades**

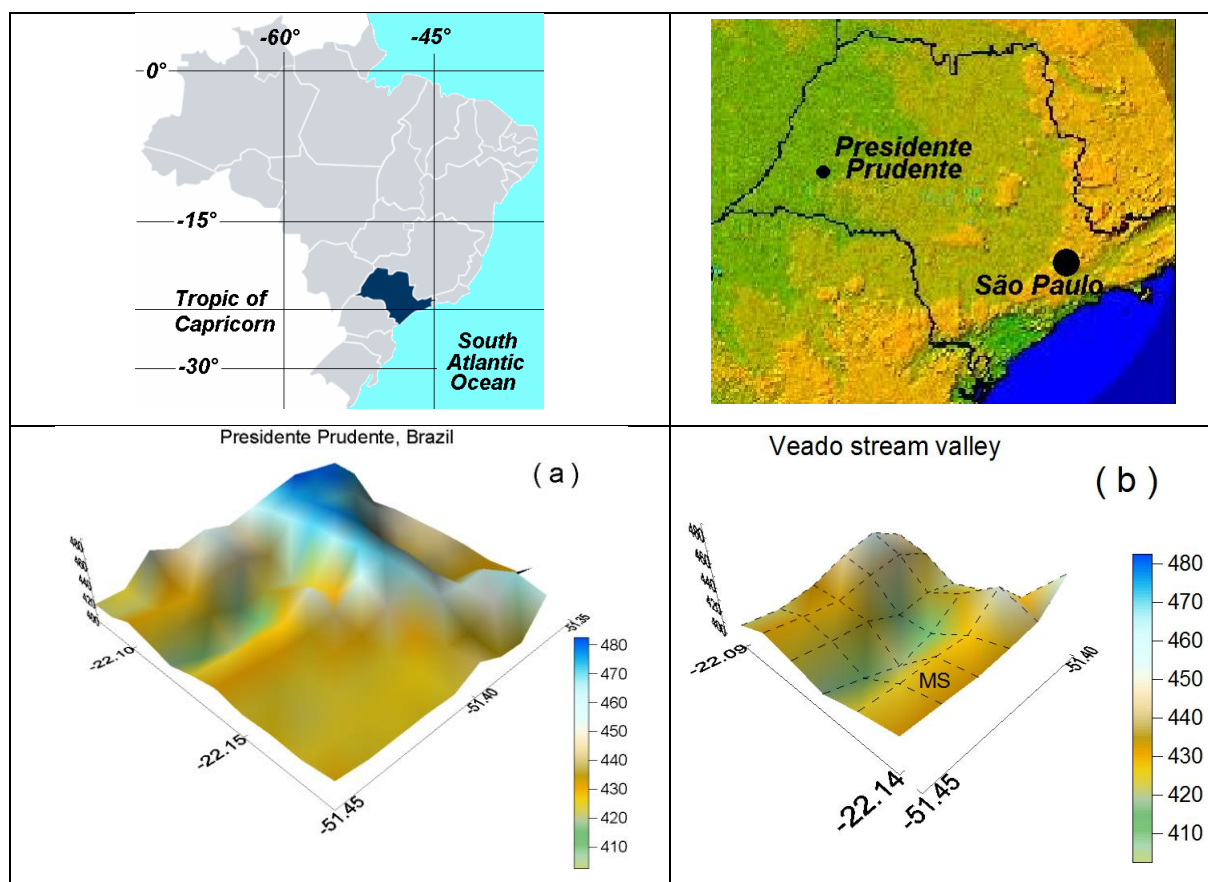
O Oeste Paulista é a mais ocidental de todas as regiões do Estado de São Paulo e está localizada na confluência do vale do rio Paranapanema com o vale do rio Paraná. A cidade mais populosa na região é Presidente Prudente (22°07'47"S, 51°24'31"W), situada a aproximadamente 600 km do Oceano Atlântico e localizada a aproximadamente 430 m acima do nível do mar. Abrange uma área municipal de aproximadamente 560 km<sup>2</sup>, onde vivem mais de 220 mil habitantes (IBGE 2019) adensados no interior de uma malha urbana de cerca de 30 km<sup>2</sup>.

O Leste Paulista é a mais oriental de todas as regiões do Estado de São Paulo e localiza-se na faixa delimitada pelos vales do rio Ribeira de Iguape, do rio Tietê, do rio Paraíba do Sul e o litoral. A cidade mais populosa na região é São Paulo (23°33'35"S, 46°43'55"W), situada a aproximadamente 60 km do Oceano Atlântico e localizada a aproximadamente 770 m acima do nível do mar. Abrange uma área municipal de aproximadamente 1.520 km<sup>2</sup>, onde vivem mais de 12 milhões habitantes (IBGE 2019) adensados no interior de uma malha urbana de cerca de 970 km<sup>2</sup>.

A área de estudo permanece sob uma influência do anticiclone subtropical do Atlântico sul, durante boa parte do período de estiagem. Durante o período chuvoso ocorre o deslocamento de seu centro de atuação em direção oceano. Porém, eventuais oscilações na sua posição média, durante este período, podem acarretar a ocorrência de veranicos inesperados. Serra e Ratisbona (1942) apresentam análises detalhadas deste sistema atuante na América do Sul.

A partir da escala sinóptica conduzimos nossa análise para escalas espaciais e temporais mais localizadas. A Figura 1 mostra a localização do Estado de São Paulo, da cidade de São Paulo e da cidade de Presidente Prudente, onde ocorreram os episódios relatados neste estudo. Os principais aspectos da superfície do terreno na área urbana de Presidente Prudente são destacados na Figura 1a, com ênfase à micro bacia do córrego do Veado (Fig.1b), em cuja vertente sul localiza-se a estação meteorológica. A topografia foi amostrada e georreferenciada durante uma campanha em 2012. Nota-se que a área está longe de ser plana, sendo dominada por um espigão localizado a leste e que se estende na direção norte-sul, com variações extremas na altimetria chegando a quase 100 m.

**Figura 1.** Localização geográfica de São Paulo, da cidade de Presidente Prudente, da cidade de São Paulo e topografia amostrada em metros acima do nível do mar para a área urbana de Presidente Prudente (a) e para a bacia do córrego do Veado (b) a noroeste da área urbana amostrada em Presidente Prudente, em cuja vertente sul localiza-se a Estação Meteorológica (MS) da UNESP de Presidente Prudente. As coordenadas são indicadas em graus decimais nos eixos x e y. Altitude (m) é representada no eixo z.



### Base física e geográfica

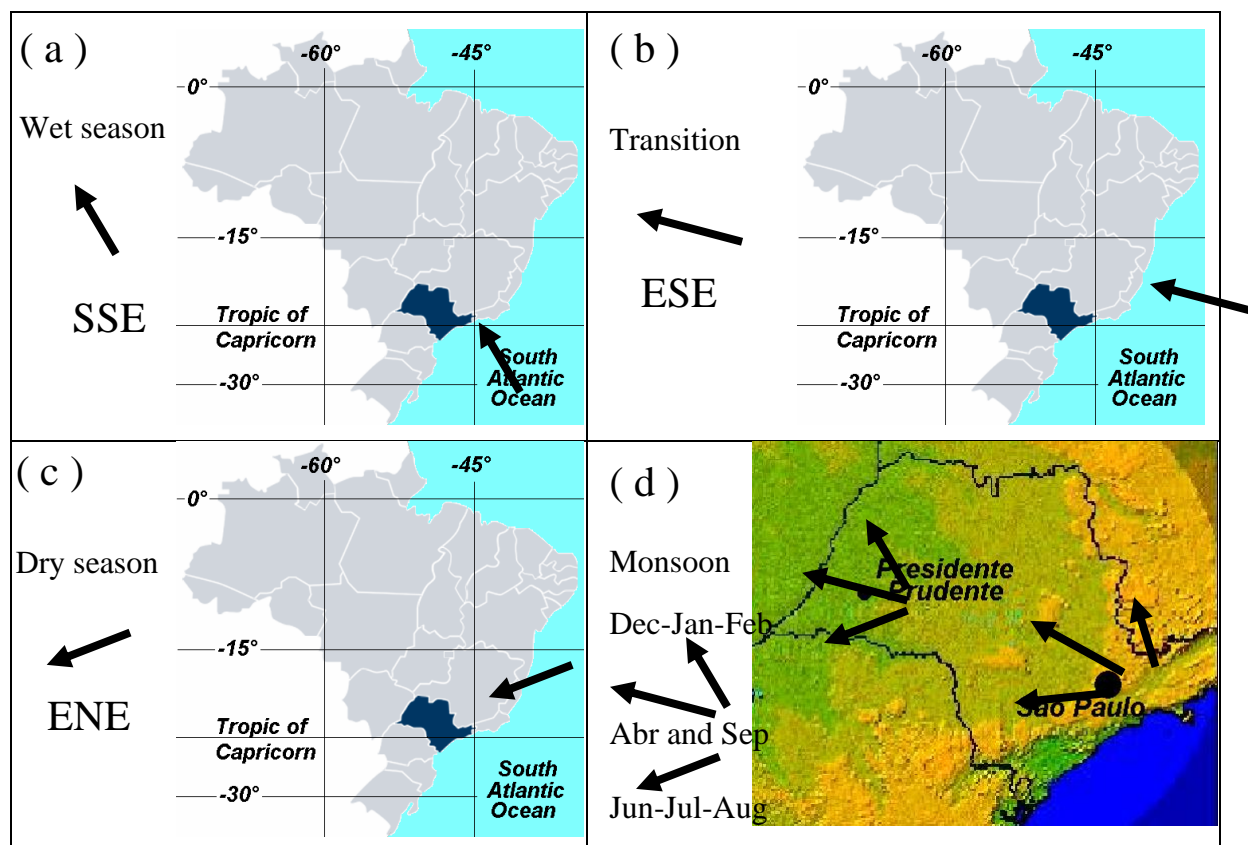
Durante o mês de setembro inicia-se uma sutil mudança na direção dos ventos que sopram sobre a América do Sul tropical e subtropical, a partir da costa oceânica voltada para sudeste em direção ao Atlântico sul até o interior do continente (Fig.2). Esta mudança evolui

até o início de dezembro, quando os ventos que sopravam preferencialmente de nordeste nos meses de inverno passam a soprar de sudeste.

Este giro de apenas cerca de uns 90° não é lá muito significativo, como o é em outras circunstâncias. No caso da península indiana, por exemplo, a posição e a orientação desta porção subcontinental em relação ao mar Arábico propicia um giro de alternância completa de 180°. Talvez, por isto a monção na América do Sul é, em geral, esquecida se comparada à magnitude das monções que ocorrem anualmente no sul da Ásia.

Todavia, ela existe e manifesta-se anualmente ocasionando episódios de fortes intempéries que se espalham por todo o Estado de São Paulo, até a sua porção mais ocidental, durante os meses de dezembro a março quando então se inicia o giro de retorno entre abril e maio. Esta oscilação é causada pelo contraste térmico entre o ar que se acomoda sobre o continente e o ar que se acomoda sobre o oceano, nos baixos níveis da atmosfera. Apesar desta mudança, ser causada pela gradativa alternância na direção do vento, não é o vento o seu melhor indicador. A natureza turbulenta do vento dificulta a percepção desta mudança por parte do observador, por mais treinado que seja conduzindo-o ao engano. O melhor indicador desta mudança é a umidade. Não a umidade relativa que obedece às oscilações de temperatura, mas sim a umidade absoluta, cuja alternância é marcante nos meses de abril e setembro apontando o fim e o início da estação chuvosa.

**Figura 2.** Representação esquemática das três fases da circulação de monção, estação úmida (a), transição (b), estação seca (c) e a composição das três fases (d). A orientação da circulação de monção varia durante o ano de SSE, para ESE e ENE, entre abril e agosto, em um giro anti-horário, de ENE, para ESSE e SSE, entre setembro e fevereiro, em um giro horário.



A justaposição de ambientes termicamente contrastantes resulta no desenvolvimento de forças do gradiente horizontal de pressão, as quais se suficientes para superar a influência de retardo da fricção causarão movimento de ar através da fronteira entre as superfícies (Oke, 1987). Superfícies de terra e água possuem respostas térmicas contrastantes devido às suas diferentes propriedades e balanços de energia, e esta é a força indutora por detrás do sistema de circulação próximo ao oceano. Comparado à maioria das superfícies terrestres um corpo d'água exibe muito pouca mudança diurna na temperatura da superfície.

As quatro principais causas por a água ser diferente são (i) a água permite a transmissão de radiação em ondas curtas a profundidades consideráveis, (ii) a água é capaz de



transferir calor por convecção e mistura, (iii) a água converte muito de sua energia excedente em calor latente ao invés de sensível, (iv) a água tem uma grande inércia térmica devido a sua maior capacidade térmica. Muito embora, o saldo radiativo poder ser maior sobre a água (por causa do seu baixo albedo) a efetividade do calor latente e do calor armazenado como sumidouros térmicos torna o calor sensível pequeno.

O avanço da frente de circulação térmica produz levantamento de ar naquela que já é uma atmosfera instável sobre o continente (Oke, 1987). A frente de circulação é, portanto, comumente associada ao desenvolvimento de nuvens cumulus que são apanhados no contra fluxo acima e carregados em direção ao mar onde se dissipam devido à remoção de sua fonte de umidade, e também devido à subsidência sobre a água que as aquece de modo adiabático.

A monção é, portanto, como uma brisa de escala continental que evolui muito lentamente, dia após dia acompanhando não o ciclo diurno e noturno, mas sim o ciclo da sazonalidade da Terra mediante sua trajetória orbital. Muitas nuvens cumulus que evoluem sobre o continente, acabam por formar grandes células que se estendem até a tropopausa. Por este motivo, ao precipitarem causam deslocamentos de ar tão intensos e frios sobre a superfície. A chuva fria que cai sobre a superfície quente altera o balanço de energia ao escoar sobre o chão, favorecendo a remoção de calor.

Na interface entre a camada superficial e a atmosfera sobrejacente a ela ocorre um balanço de energia, composto por fluxos definidos e indefinidos (OFFERLE et al., 2006). Todos os fluxos indefinidos são reunidos em um único termo do balanço, sejam eles fontes ou sumidouros de energia para a camada limite que envolve a interface. Dentre todos estes fluxos existe um, o qual usualmente não é parametrizado, associado à remoção de calor pelo escoamento da água da chuva. O saldo-radiativo cai abruptamente em questão de alguns minutos, até algumas centenas de  $Wm^{-2}$ . Esta perda radiativa está associada a uma eficiente remoção em ondas-longas, através da lâmina d'água que age como um eficiente emissor.

## **Experimento realizado**

Uma campanha tem sido realizada para coletar dados, a partir de março de 2016. Os experimentos são realizados em uma determinada localidade de Presidente Prudente, a estação meteorológica da FCT-UNESP (Fig.3a). A estratégia utilizada foi a instalação de um

saldo-radiômetro (modelo NR-LITE-2, Kipp & Zonen), um pirgeômetro (modelo CGR4, Kipp & Zonen) e um termo-higrômetro (modelo HC2S3, Vaisälla) (Fig.3b). A localidade é georreferenciada por um receptor de posição geográfica (modelo GPS16X-HVS, Garmin). O pirgeômetro é instalado voltado para baixo, a fim de se medir diretamente o fluxo em ondas longas emitidas a partir da superfície. A emissão atmosférica é estimada parametrizando-se a temperatura do ar e a umidade absoluta.

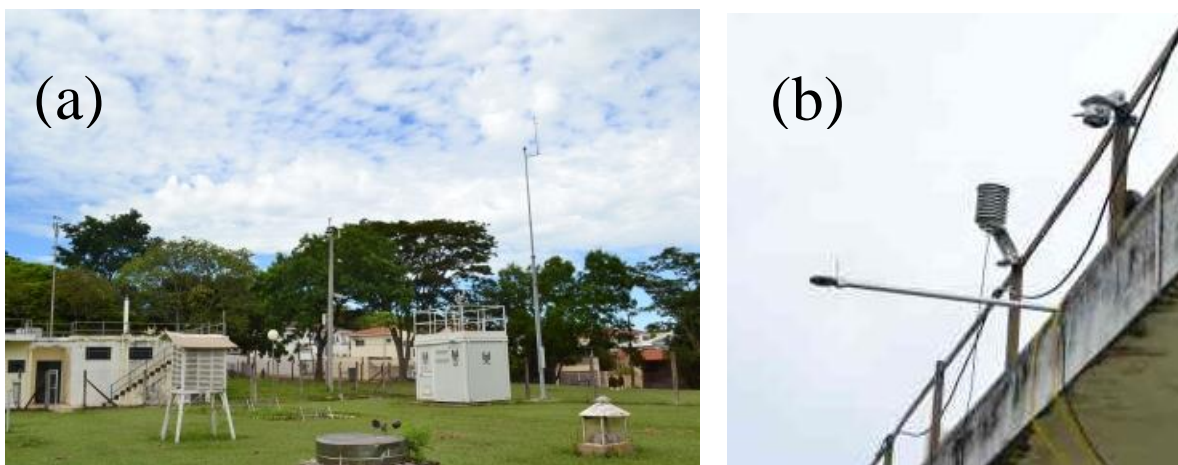
Séries temporais de dados para a umidade absoluta (pressão de vapor), temperatura do ar, saldo-radiativo, fluxos em ondas longas observadas e fluxos em ondas curtas estimados em Prudente são utilizadas neste estudo. Os dados foram adquiridos automaticamente com um sistema de aquisição de dados (modelo CR3000, Campbell SCI). Os dados são adquiridos a uma frequência de 0,2 Hz e armazenados em intervalos de 5 min.

Utilizando a mesma nomenclatura de Oke (1987) e Offerle et al. (2006), são observados diretamente os seguintes elementos: temperatura do ar, saldo radiativo em todos os comprimentos de onda ( $Q^*$ ) e emissão em ondas longas a partir da superfície ( $L\uparrow$ ). Em contrapartida, são estimados parametricamente os seguintes elementos: umidade absoluta, emissão atmosférica ( $L\downarrow$ ) e a incidência e refletividade em ondas curtas na superfície ( $K\downarrow$  e  $K\uparrow$ ). A relação entre os fluxos radiativos pode ser sintetizada mediante a seguinte equação:

$$Q^* = (K\downarrow - K\uparrow) + (L\downarrow - L\uparrow) \quad (1).$$

O saldo radiativo ( $Q^*$ ) é parte de um saldo mais amplo denominado balanço de energia, o qual envolve outros termos de troca de energia entre a superfície e a atmosfera, notadamente os fluxos convectivos turbulentos. Não é objetivo neste trabalho detalhar as trocas turbulentas, isto em parte é comentado em Machado (2017) e estudos precedentes. Detalhes sobre o uso e aplicações diversas desses fluxos, medidos ou estimados, são fartamente encontrados nos trabalhos de Oke (1987) e Offerle et al. (2006), bem como em toda a bibliografia que os antecede.

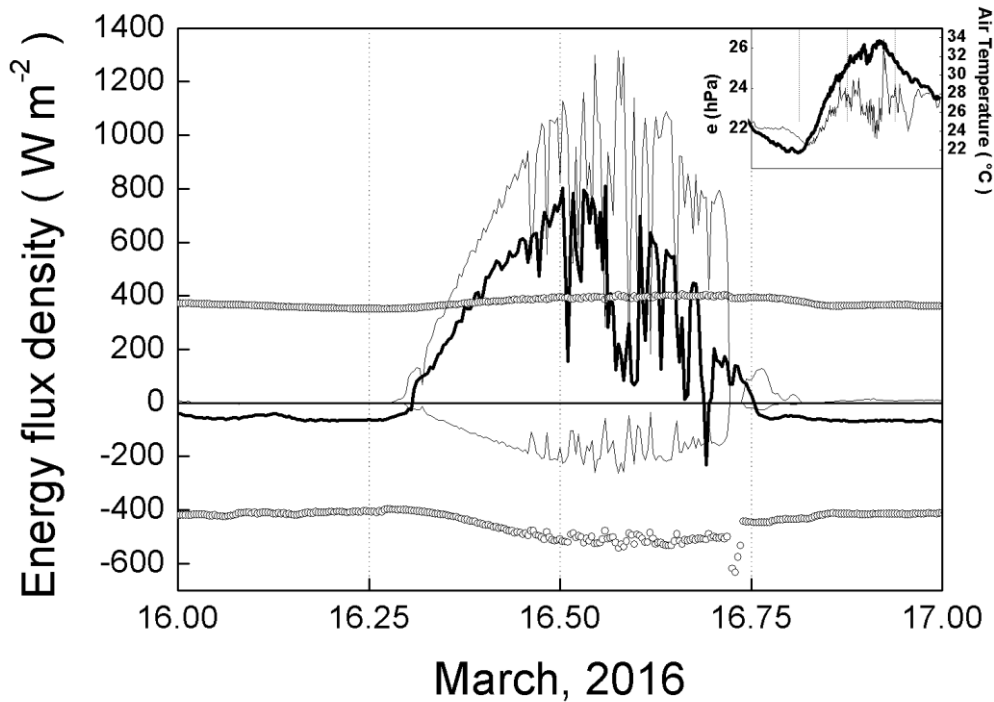
**Figura 3.** Estação meteorológica na FCT/UNESP (a), saldo-radiômetro, pirgeômetro e termo-higrômetro (b) instalados e operando.



### Análise

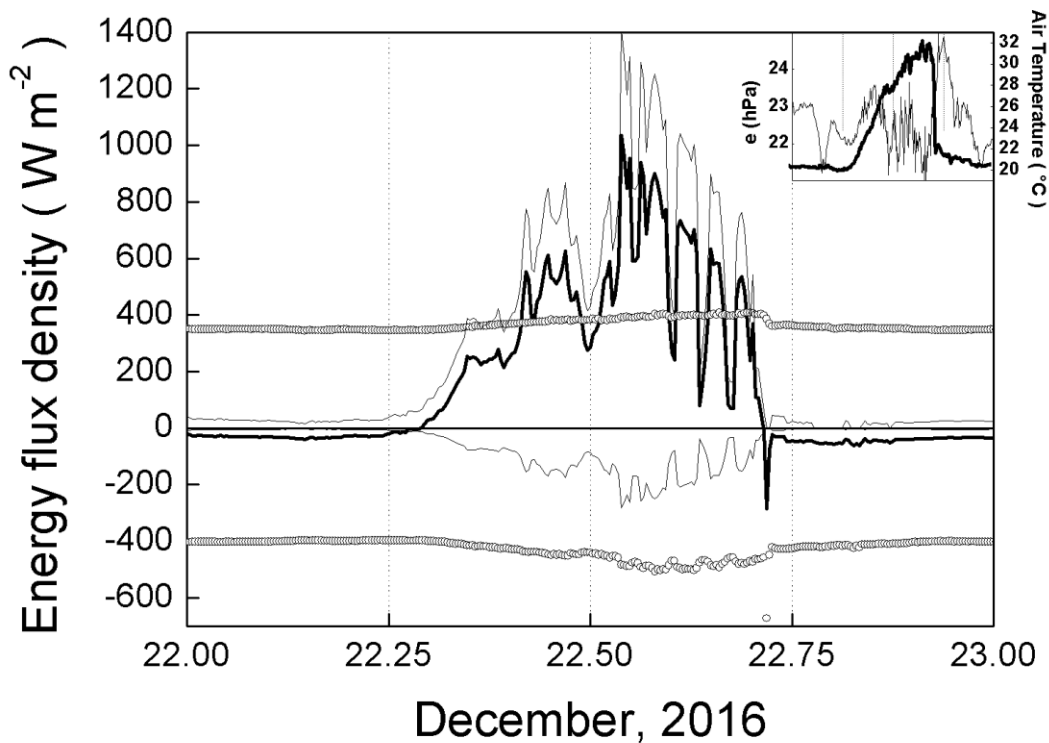
Pode-se afirmar que o dia 16 de março de 2016 (Graf.1) foi um dia quente, típico do final de verão no Extremo Oeste Paulista, sob o céu claro durante a manhã e céu nublado após o meio-dia. Chama atenção uma anomalia no perfil de umidade por volta das 17h, acompanhada de anomalia negativa no saldo-radiativo, queda vertiginosa da radiação solar e valores notavelmente anômalos do fluxo radiativo em ondas longas a partir da superfície entre 16h30 e 17h30. Também é notável uma queda abrupta, de 3°C, na temperatura do ar por volta das 15h, pouco antes do máximo das 16h, bem como, o quase obscurecimento do céu entre 14h e 15h. Este quadro, assim descrito, suscita o desenvolvimento de um sistema convectivo durante o período da tarde, com seu ápice de desenvolvimento em fase madura aproximando-se da Estação Meteorológica às 14h. Seguido por frente de rajada (queda na temperatura) por volta das 15h, indicativo de chuva na região. E, finalmente, atingindo a Estação, já em sua fase de dissipação por volta das 17h.

**Gráfico 1.** Saldo radiativo em Presidente Prudente (linha escura), radiação solar incidente e refletida (linhas claras), radiação em onda longa recebida e emitida na superfície (círculos abertos), da temperatura do ar (linha escura acima) e da umidade absoluta (linha clara acima) no dia 16 de março de 2016.



Por sua vez, pode-se afirmar que o dia 22 de dezembro de 2016 (Graf.2) foi um dia nublado, típico do início de verão no Extremo Oeste Paulista, com aberturas de sol após o meio-dia. Há indícios de ocorrência de ventos fortes (frente de rajada) e chuva na região ao redor da Estação, entre 15h e 18h (hora local verdadeira) há queda vertiginosa da temperatura do ar, 10°C em poucos minutos.

Gráfico 2. Idem ao Gráfico 1, para o dia 22 de dezembro de 2016.



O que há de comum e incomum entre estes dois eventos? Inicialmente uma abrupta queda de temperatura durante a tarde, em março apenas 2°C, em dezembro, significativos 10°C. Ou seja, o vento soprou mais forte em dezembro do que em março. Posteriormente, oscilação negativa abrupta em  $Q^*$  no fim da tarde, em março um pico  $-200 \text{ Wm}^{-2}$ , em dezembro  $-300 \text{ Wm}^{-2}$ . Ou seja, choveu. De forma pouco mais abundante em dezembro. Note  $L\uparrow$ , nos dois casos, durante toda a tarde oscila ininterruptamente algumas dezenas de  $\text{Wm}^{-2}$ , indicando a variação intermitente da nebulosidade até seu apogeu. Ao precipitar, uma espetacular oscilação instantânea de  $-600 \text{ Wm}^{-2}$  em março e de  $-700 \text{ Wm}^{-2}$  em dezembro. O chão está coberto d'água. Perceba também a pressão de vapor, há um pico de evaporação após a chuva em ambos os casos. Em março, a recuperação de  $L\uparrow$  é lenta, dura 15-min. Enquanto em dezembro é rápida dura, não mais, do que 5-min. Considerando-se que o conteúdo de umidade no ar é praticamente o mesmo em ambos os casos, possivelmente, a camada subjacente ao chão está mais úmida no evento de março, do que no evento de dezembro.

### **Considerações finais**

Os resultados alcançados neste estudo relacionam-se com aqueles também alcançados por Offerle (2006) em ambientes temperados, no que se refere à variabilidade dos fluxos radiativos. Diferindo, porém, no que se refere à dinâmica convectiva, por tratar-se neste estudo de um ambiente tropical.

Em ambientes continentais, distantes de extensos corpos d'água, quedas abruptas na temperatura do ar indicam rajadas de vento provenientes de grandes células convectivas. Em ambientes abertos, não construídos, varrições abruptas e negativas de  $Q^*$  indicam chuva.

Conclui-se pela ocorrência de intempéries na data de 16 de março de 2016 nas proximidades da Estação Meteorológica da FCT-UNESP, mas ressalve-se ao juízo a natureza espacial irregular deste fenômeno, cuja localização é deveras difícil de precisar.

Conclui-se pela ocorrência de intempéries acompanhadas de ventos fortes na tarde de 22 de dezembro de 2016 nas proximidades da Estação Meteorológica da FCT-UNESP, mas, ressalve-se ao juízo a natureza espacial irregular deste fenômeno, cuja localização é também difícil de precisar.

### **Agradecimentos**

O autor gostaria de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por fornecer suporte financeiro (proc. n.º. 2011/08520-8) e aos revisores anônimos cujos comentários ajudaram a melhorar este artigo.

### **Referências bibliográficas**

AZEVEDO, T. R.. Precipitação na Cidade de São Paulo em função da atividade urbana. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2002, Foz do Iguaçu. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2019. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>. Acessado em 16 de janeiro de 2019.

GOETHE, J. W. von. *Ensaio científico: uma metodologia para o estudo da natureza*. São Paulo: Ad Verbum, 2012

HOLANDA, S. B. *Monções e capítulos de Expansão Paulista*. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html>. Acessado em 18 de janeiro de 2019.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, 2019. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>. Acessado em 16 de janeiro de 2019.

IPMET – Instituto de Pesquisas Meteorológicas, 2019. Disponível em <https://www.ipmet.unesp.br/>. Acessado em 16 de janeiro de 2019.

MACHADO, A. J. Uma visão dos sistemas de transferência de energia e água no Oeste Paulista. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.10, n.1, p.239-246, jan/fev. 2017.

OFFERLE, B.; GRIMMOND, C. S. B.; FORTUNIAK, K.; KLYSIK, K.; OKE, T. R. Temporal variations in heat fluxes over a central European city centre. *Theoretical and Applied Climatology*, v.84, n.1, p.103-115, mar/abr. 2006.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. 2.ed. London: Routledge, 1987.

SERRA, A. L.; RATISBONA, R. L. *As massas de ar da América do Sul*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Meteorologia, 1942.

VANDERHEIDEN, S. *Atmospheric justice: a political theory of climate change*. Oxford: University Press, 2008.