

MONITORAMENTO POR RADAR DE LINHAS DE CHUVAS ORGANIZADAS NO PONTAL DO PARANAPANEMA JUNTO AO LAGO DE PORTO PRIMAVERA

MAURICIO DE A. ANTONIO¹, MARGARETE C. C. T. AMORIM²

¹ Eng. Civil, Prof. Dr., Instituto de Pesquisas Meteorológicas, UNESP, Bauru-SP,
Fone (14) 3103 6030, mauricio@ipmet.unesp.br

² Geógrafa, Prof. Dr., Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente-SP

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju - SE

RESUMO: Desde 1974 tem sido possível identificar com o radar meteorológico de Bauru ecos de precipitação formados junto aos principais reservatórios de usinas hidrelétricas. A partir de 1999, o enchimento do reservatório da UHE de Porto Primavera formou um lago de 10-12 km de largura e mais de 120 km de extensão, e, a partir de então, pode ser observada a organização de linhas de aguaceiros paralelas às suas margens, com o radar de Presidente Prudente, SP. Em dois episódios de chuvas organizadas sobre o Pontal do Paranapanema, em 23 e 31 de janeiro de 2007, os ecos de radar agrupados atingiram cerca de 100 km de extensão, com largura de 10-20 km, durando 4,5 h num caso e 3,5 h noutro caso. Os núcleos de chuva apresentaram refletividades de até 56 dBZ no dia 23, e de 51 dBZ no dia 31. Os topos máximos dos ecos alcançaram 13 km no primeiro dia e mais de 14 km no segundo. Os totais de chuva estimadas, cobrindo áreas maiores que 3.500 km², excederam 100 mm em pontos no dia 23 e 65 mm no dia 31, não tendo sido, entretanto, registradas em superfície.

PALAVRAS-CHAVE: radar meteorológico, chuva convectiva, linha de aguaceiros

RADAR MONITORING OF RAINFALL LINES AT THE PONTAL DO PARANAPANEMA NEAR TO THE PORTO PRIMAVERA DAM

ABSTRACT: Since 1974 precipitation echoes, which developed in the neighborhood of main dams of the hydroelectric plants, have been detected by radar in the State. In 1999, a lake of 10-12 km width and more than 120 km long was formed when Porto Primavera UHE dam reached full volume and, from then on, the Presidente Prudente radar detected squall lines developing along the lake edges. In two events of rain patterns organized on the Pontal do Paranapanema, in 23 and 31 January, 2007, gathered echoes developed along a 100 km extent, to a width of 10-20 km, lasting for about 4.5 h and 3.5 h respectively. Rainfall cores featured reflectivities of up to 53 dBZ in 23, January and 51 dBZ in 31, January. Echo top maxima reached 13 km in the first event and above 14 km in the second. Radar estimated rain totals, which covered an area bigger than 3500 km², exceeded 100 mm at spots on the 23rd January and 65 mm on the 31st January. Notwithstanding, no rain was reported at the surface.

KEYWORDS: weather radar, convective rain, squall line

INTRODUÇÃO

As operações com radar meteorológico em Bauru, SP, desde 1974, mostraram a formação de ecos de chuva junto aos lagos das usinas de energia elétrica, na região central de São Paulo. Após o enchimento do reservatório da UHE de Porto Primavera, no Rio Paraná, em 1998, passou-se a dispor de um lago de cerca de 10-12 km de largura e cerca de 120 km de extensão, na região do Pontal do Paranapanema.

Em dias com acentuada atividade convectiva nos meses de verão, células de chuva se formam ao longo do reservatório e em algumas ocasiões, os ecos de chuva, observados a partir do radar de Presidente Prudente (distante 100-120 km), se organizam em linhas de aguaceiros, que atuam na região por algumas horas.

Situações equivalentes a essas, são observadas junto aos Grandes Lagos, e na Florida, nos Estados Unidos (PIELKE, 1974; BLANCHARD e LOPES, 1985; WILSON e MEGENHARDT, 1997, e KING et al., 1998).

Dois episódios de linhas de precipitação sobre o Pontal do Paranapanema foram selecionados, em 23 e 31 de janeiro de 2007, quando os ecos de radar se organizaram formando uma linha de cerca de 100 km de extensão, à distância de 5-10 km sobre o Pontal, se deslocaram para leste, a 40-50 km de distância do lago, onde dissiparam, 4,5 horas em um caso e 3,5 horas em outro caso, depois da detecção do primeiro eco. As refletividades máximas observada nas células de chuva, excederam 56 dBZ em um caso, e 51 dBZ noutro. As alturas máximas dos ecos estiveram pouco abaixo de 13 km num caso, e acima de 14 km noutro caso. As chuvas, que excederam 100 mm em alguns pontos, não foram registradas nas estações de superfície.

MATERIAL E MÉTODOS

O Pontal do Paranapanema é a denominação da região do Estado de São Paulo, localizada junto à confluência do Rio Paranapanema com o Rio Paraná. O reservatório da UHE de Porto Primavera, no Rio Paraná, tem uma largura média de 10 a 12 km, com uma extensão superior a 120 km, disponibilizando uma superfície d'água que supera 1300 km² (área total do reservatório é 2250 km²). A barragem da usina fica 28 km a montante da confluência com o Rio Paranapanema, e possui 13 km de comprimento. O enchimento do reservatório deu-se em novembro-dezembro de 1998.

O clima do Pontal é predominantemente continental do tipo Tropical Úmido com precipitação anual da ordem de 1500 mm. A maior concentração de chuvas ocorre de dezembro a fevereiro, com valores médios anuais de 1100 mm a 1700 mm (SÃO PAULO, 1999).

Informações de radar

O radar meteorológico de Presidente Prudente (latitude 22° 07' 04" S; longitude 51° 23' 01" W), operado remotamente de Bauru a partir do Instituto de Pesquisas Meteorológicas – IPMet da UNESP –, faz quantificação da chuva em até 240 km de raio (resolução espacial de 1 km²). O radar iniciou as operações em novembro de 1994 e em fevereiro de 2006, foi atualizado (hardware e software) com recursos da FAPESP (processo nº 01/14095-6).

Os dados registrados pelo radar referem-se a refletividade, que é a medida de parte da energia de microonda transmitida pelo radar quando refletida de volta pelas gotas de chuva.

As informações são coletadas a intervalos de 7,5 minutos, sendo tomadas 15 varreduras sucessivas da antena, com elevações crescentes, de onde se geram CAPPIS (planos constantes) com altura de 3,5 km. As informações de refletividade de radar (Z em dBZ) são convertidas em intensidades de precipitação (R em mm/h) por uma equação exponencial Z-R, cuja integração em tempo dá o total de chuva ocorrida. A equação Z-R utilizada foi a apresentada por ANTONIO e ANDRADE (2007): $Z = 17 R^{1,54}$

Dados de superfície

Na área do Pontal do Paranapanema, em Mirante do Paranapanema, funciona uma estação do IAC da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, onde são registradas diariamente as temperaturas máximas e mínimas, e medido o acumulado da precipitação para o Balanço Hídrico e para Aconselhamento Agrícola, elaborados pelo CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas.

Quatro estações, com resolução horária, foram instaladas no Pontal ao final de 2006 para pesquisa da FCT-UNESP (FAPESP – Processo 2005/55505-3), em Rosana, Euclides da Cunha Paulista e Teodoro Sampaio, e junto à Sede do Parque Estadual do Morro do Diabo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Episódio de 23 de janeiro de 2007

A partir das 13:01 h, começaram a aparecer ecos isolados de precipitação sobre o Pontal do Paranapanema. Nas informações seguintes, outros ecos de precipitação foram surgindo. Às 13:53 h, era identificado um alinhamento de ecos isolados de precipitação ao longo do lago de Porto Primavera. A partir das 14:34 h, estava formada uma linha de aguaceiros sobre o Pontal, com cerca de 100 km de extensão (quase sudoeste-nordeste) e de 10-20 km de largura (oeste-leste), com pouco deslocamento de noroeste para sudeste. A partir das 14:46 h, a linha de aguaceiros se dividiu em três partes. Às 15:16 h, a porção central apresentou-se dividida em duas seções, sendo a maior delas ao sul; a porção norte da linha não apresentou alteração significativa e a do sul diminuiu. Às 15:31 h, a porção sul praticamente deixou de existir; a seção inferior da porção central permaneceu ativa, enquanto as outras células de precipitação perderam intensidades com a diminuição de suas áreas. Às 16:16 h, restavam quatro conjuntos de células de precipitação. Às 16:46 h, restavam o eco isolado sobre o lago, já em dissipação, e o conjunto mais ao norte da região do Pontal. Às 17:16 h, poucas células de precipitação ainda estavam ativas, porém, em dissipação. O último registro de eco de precipitação sobre a região foi às 17:46 h. A Figura 1 mostra setores de CAPPI de 3,5 km do radar de Presidente Prudente sobre o Pontal do Paranapanema, para o dia 23/01/2007, em horários diversos.

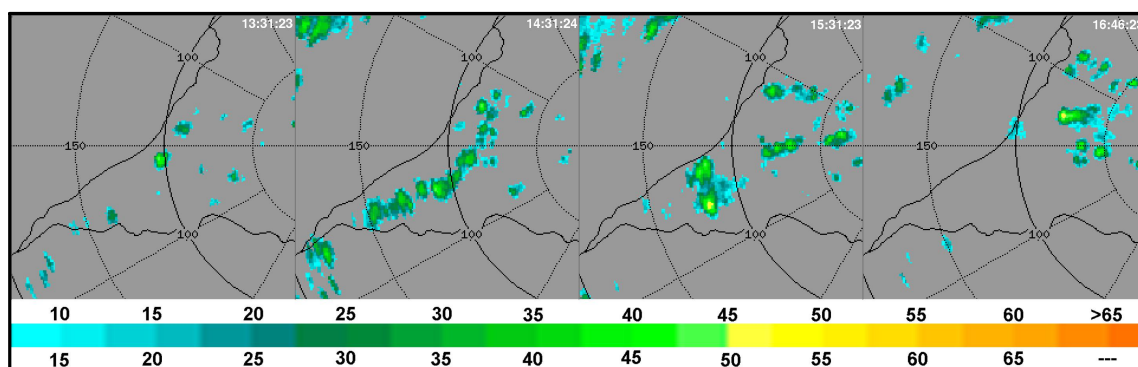


Figura 1. Setores de CAPPI de 3,5 km do radar de Presidente Prudente sobre o Pontal do Paranapanema em 23/01/2007. Valores de intensidade em dBZ.

Verificou-se que máximos de refletividade dos ecos acima de 50 dBZ, foram encontrados a partir 13:53 h. O primeiro máximo de refletividade, de 53,8 dBZ, ocorreu às 15:46 h. O mesmo valor repetiu-se às 16:16 h. Após esse horário, as máximas refletividades dos ecos foram diminuindo, tendo o último registro às 17:46 h.

As alturas de topos de ecos de 20 dBZ, sobre o Pontal, indicaram que os máximos atingiram valor superior a 11,0 km às 13:53 h. As alturas atingiram o máximo de 12,8 km às 14:38 h. Após, os topos foram diminuindo de altura, até 17:46 h.

Em 23/01/2007, as áreas de precipitação horária maiores que 0,1 mm no período 13-19 horas superaram 3.500 km². Embora tenham sido estimados totais superiores a 100 mm de precipitação em três núcleos distintos, as estações de superfície de Rosana, Euclides da Cunha Paulista, Teodoro Sampaio e da Sede do Parque Estadual do Morro do Diabo, não indicaram

precipitação nesse dia 23/01. A estação de Mirante do Paranapanema, também não registrou precipitação no dia 23.

Episódio de 31 de janeiro de 2007

Quando a informação de CAPPI das 14:01 h foi obtida, já indicava ecos de precipitação organizados sobre o Pontal do Paranapanema, numa extensão de quase 40 km, à distância de 5-7 km da margem do lago. Verificações posteriores indicavam que os primeiros ecos haviam surgido entre 13:30 h e 15:45 h. Às 14:46 h, as células de chuva se estendiam numa faixa de cerca de 90 km, com largura entre 10 e 20 km. Mesmo organizada como uma linha de aguaceiros, era possível identificar três aglomerados de precipitação: um ao sul, um no centro, e o terceiro mais ao norte. Esses conjuntos foram se expandindo individualmente, sendo cada um composto por um grupo de células, de forma que às 15:31 h, os conjuntos ainda estavam separados em grupos distintos. A partir desse horário, o conjunto do sul começou a dissipar e os outros dois se aproximaram, quase se fundindo em um único conjunto. Às 16:01 h, o aglomerado do sul se resumia a pequenos ecos, o do norte entrava em dissipação, com diminuição de área e intensidade, e o aglomerado do centro permanecia ativo, com altas intensidades de precipitação. Às 16:31 h, pouco restava do aglomerado norte, e o aglomerado do centro, bastante diminuído em área e intensidade, se dissipava; o do sul, já não existia. Às 17:01 h ocorreu o último registro da linha de aguaceiros formada, restando um eco isolado junto à margem do lago, que permaneceu até 17:16 h. A Figura 2 mostra setores de CAPPI de 3,5 km do radar de Presidente Prudente com ecos de precipitação sobre o Pontal do Paranapanema, para o dia 31/01/2007, em horários diversos.

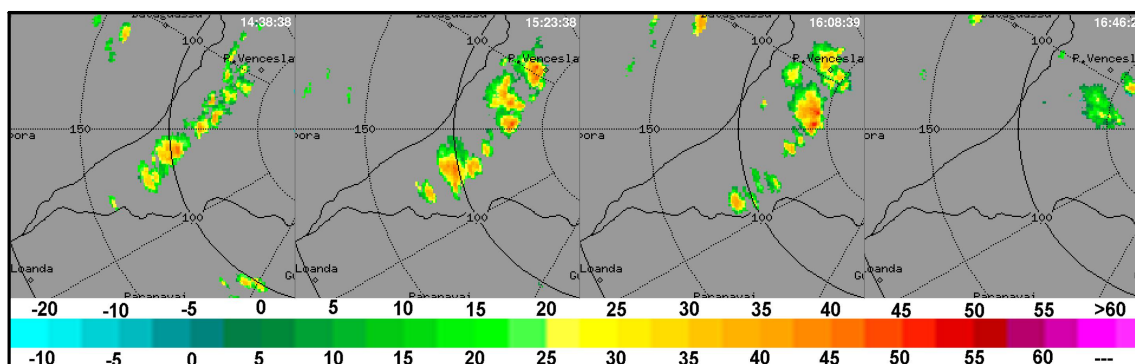


Figura 2. Setores de CAPPI de 3,5 km do radar de Presidente Prudente sobre o Pontal do Paranapanema em 31/01/2007. Valores de intensidade em dBZ.

Os valores de máxima refletividade dos ecos de precipitação permaneceram com intensidade não superior a 46 dBZ até 15:38 h, quando ocorreu uma elevação para o máximo de 51,2 dBZ às 15:46 h. Depois, as intensidades foram gradativamente diminuindo, e após 16:38 h permaneceram abaixo de 40 dBZ, até desaparecerem às 17:16 h.

No período, os topos de ecos de 20 dBZ, atingiram 10,0 km às 14:46 h, e gradativamente se elevaram até atingir 14 km às 15:53 h. Depois disso, os topos foram gradativamente diminuindo de altura, até 17:16 h.

A chuva total integrada sobre a área, estimada pelo radar, cobriu áreas maiores que 4.200 km², para valores maiores que 0,1 mm. Três núcleos distintos no campo de chuva acumulada, no período 14-18 h, indicaram valores acima de 50 mm. As estações de superfície, entretanto, também não indicaram precipitação nesse dia 31/01/2007.

CONCLUSÕES

A paisagem no Oeste do Estado de São Paulo passou por modificações muito rápidas no século passado.

A ocupação da região, a princípio impulsionada pela agricultura e pela ferrovia, levou à apropriação ilegal das reservas florestais, e, com o atual predomínio da agropecuária, se tem cerca de 80% da área ocupada por pastagens, com a retirada da cobertura vegetal original.

Além dos impactos decorrentes dessas formas de ocupação, a implantação da UHE de Porto Primavera introduziu uma nova forma de modificar a paisagem regional, que além do que já se tinha observado em modificações superficiais, pode também contribuir para novas características da precipitação no oeste paulista, conforme se mostrou nestes casos estudados.

As linhas de aguaceiros só foram observadas organizadas na área do Pontal do Paranapanema depois de 1999, quando o lago do reservatório já estava formado. Observações anteriores com o radar de Presidente Prudente, entre 1995 e 1998, nos meses de janeiro e fevereiro, não indicaram a ocorrência dessas linhas convectivas organizadas. A ocorrência de linhas de aguaceiros junto à região do Pontal será investigada em outros períodos do ano. Novos casos serão avaliados e deverá ser determinada uma equação Z-R específica para a transformação da informação do radar em precipitação na área, incorporando as características regionais da precipitação.

Ficou claro que mesmo para sistemas precipitantes de mais de 3.500 km² de área, com valores significativos de chuvas precipitadas, mesmo que tenham sido superestimadas pela equação Z-R utilizada, e durações maiores que 3,5 horas as estações de superfície consideradas na região não registraram as ocorrências desses eventos. Além disso, deve-se considerar também que a frequência de ocorrência dessas linhas poderá interferir no próprio clima da região, não só no regime ou nas características da precipitação e, para isso, buscar-se-ão dados de outros postos pluviométricos.

BIBLIOGRAFIA

ANTONIO, M. de A., ANDRADE, J. P. M. Inundações em São Carlos, SP: avaliação de chuvas com radar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 3255-3262, 2007.

BLANCHARD, D. O., LOPES, R.E. Spatial patterns of convection in south Florida. Monthly Weather Review, n. 113, p. 1282-1299, 1985.

FREDIANI, M. E. B. Tempestades em São Paulo. São Paulo, 2003. 10 p. Monografia (Meteorologia Sinótica) – Inst. Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 2003.

KING, P. et al. ELBOW: an experiment to study the effects of lake breezes on weather in Southern Ontario. CMOS Bulletin, v. 38, n. 7, p. 38-46, 1998.

PIELKE, R. A. A three dimensional numerical mode of the sea breezes over south Florida. Monthly Weather Review, n. 102, p. 115-139, 1974.

SÃO PAULO. Pontal do Paranapanema. Zoneamento Ecológico-Econômico. São Paulo. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 1999, 100 p.

SCHROEDER, J. J., KRISTOVICH, D. A. R., HJELMFELT, M. R. The effects of a precipitating wintertime synoptic system on a lake-induced convective boundary layer. In: CONFERENCE ON RADAR METEOROLOGY, 32., 2005, Albuquerque. Proceedings... Boston: AMS, paper 8.2, 2005. 1 CD-ROM.

WILSON, J. A., MEGENHARDT, D. L. Thunderstorm initiation, organization, and lifetime associated with Florida boundary layer convergence lines. Monthly Weather Review, n. 125, p. 1507-1525, 1997.