



XIX CBMET

CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA

JOÃO PESSOA PB | 07 A 11 DE NOVEMBRO DE 2016

METEOROLOGIA: TEMPO, ÁGUA E ENERGIA



ESTUDO DAS TEMPESTADES QUE GERAM RAIOS ASCENDENTES

Autores: Jessica Cristina dos Santos Souza ¹, Rachel Ifanger Albrecht ², Marcelo Magalhães Fares Saba ³

¹ Aluna do curso de Ciências Atmosféricas – DCA/IAG/USP, Bolsista PIBIC/CNPq – E-mail: jessica.cristina.souza@usp.br

² Professora doutora do Departamento de Ciências Atmosféricas – DCA/IAG/USP, Orientadora – E-mail: rachel.albrecht@iag.usp.br

³ Pesquisador doutor do Grupo de Eletricidade Atmosférica – ELAT/INPE, Coorientador – E-mail: marcelo.saba@inpe.br

1. INTRODUÇÃO

Os raios ascendentes geralmente começam com uma intensificação do campo elétrico acima de uma alta estrutura até que excede a rigidez dielétrica do ar e então inicia-se um líder ascendente da extremidade da estrutura que se propaga em direção a base da nuvem, estabelecendo uma corrente contínua inicial (CCI) (Schumann, 2013). O início dos estudos sobre esse tipo de raio é atribuído a McEachron, que em 1939 registrou 20 raios ascendentes com dados ópticos e de corrente no Empire State Building nos Estados Unidos (Uman, 1987).

Os riscos associados, que não são incluídos em normas de proteção, uma vez que seu primeiro registro no Brasil foi realizado em janeiro de 2012 no Pico do Jaraguá, ponto mais alto da cidade de São Paulo, ainda precisam ser elucidados, pois os atuais padrões de proteção contra raios são baseados em raios descendentes. Dessa forma, estudos sobre os raios ascendentes são de grande relevância para aumentar o entendimento sobre o fenômeno e contribuir para a proteção de pessoas e pertences em edifícios altos. E, para a proteção de estruturas altas, tais como torres de telecomunicações, de distribuição de energia, e também de produção de energia como no caso de turbinas eólicas.

Com base no exposto, este projeto de pesquisa objetiva determinar as características das tempestades que geram raios ascendentes, classificando a precipitação do radar em convectiva ou estratiforme com a finalidade de identificar qual o tipo de precipitação pelo qual os raios ascendentes se propagaram e também examinando a estrutura vertical das tempestades que geraram esses raios ascendentes.

2. METODOLOGIA

Com base na coleta de dados, registrou-se 140 raios ascendentes que tiveram início a partir das torres situadas sobre o Pico do Jaraguá, na cidade de São Paulo com o auxílio de algumas câmeras ultrarrápidas. Assim, coletou-se imagens de satélite, dados de radar, dados e imagens do São Paulo Lightning Mapping Array (SPLMA), e dados do Lightning detection NETwork (LINET) e das redes do Sistema Brasileiro de Detecção de Descargas atmosféricas (BrasilDAT) e da *Sferics Timing And Ranging NETwork* (STARNET). E, a precipitação foi classificada em convectiva ou estratiforme com base em Steiner e Houze (1995).

No período do registro dos raios, de janeiro a março de 2012, três radares mediram a precipitação durante o experimento CHUVA-GLM Vale do Paraíba: São Roque, FCTH e IACIT. O experimento de campo CHUVA-GLM Vale do Paraíba (MACHADO ET AL., 2014) mediu detalhadamente a estrutura da precipitação e também realizou medições de raios com 11 redes de sensores diferentes, incluindo o São Paulo Lightning Mapping Array (SPLMA), e o Lightning detection NETwork (LINET).

No intervalo compreendido entre abril de 2012 a março de 2015, os dados de radar disponíveis eram do radar de São Roque. Nesses dois períodos, os dados são um produto chamado CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator), que transforma os dados medidos de coordenadas polares para cartesianas, gerando mapas de refletividade do radar em níveis de altura constante. De janeiro de 2014 a junho de 2016, os dados adquiridos foram do radar FCTH que constituem um produto PPI (Plan Position Indicator), obtido através de uma varredura em azimute em coordenadas polares, para um ângulo de elevação determinado.

A partir de abril de 2012, os dados de raios acessados foram das redes BrasilDAT e STARNET.

3. RESULTADOS

Os dias que se destacaram pelo número de ocorrência de raios ascendentes foram: 23/10/2012, 10/03/2013, 16/01/2014, 08/09/2015 e 31/03/2016. Alguns dos dados obtidos das tempestades podem ser vistos nas figuras 1, 2, 3, 4 e 5 e tabela 1.

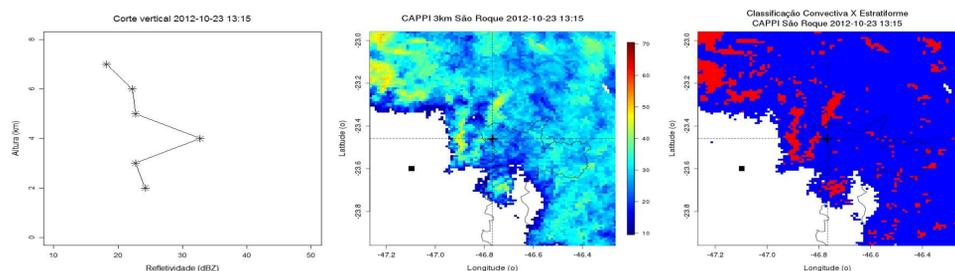


Figura 1. Dados de refletividade (dBZ) do radar São Roque (CAPPI) em 23/10/2012 - 1315 UTC para a altura em função dos valores de refletividade, para altura fixa de 3 km e torre marcada com "+", e para classificação da precipitação em convectiva (= vermelho) e estratiforme (= azul) .

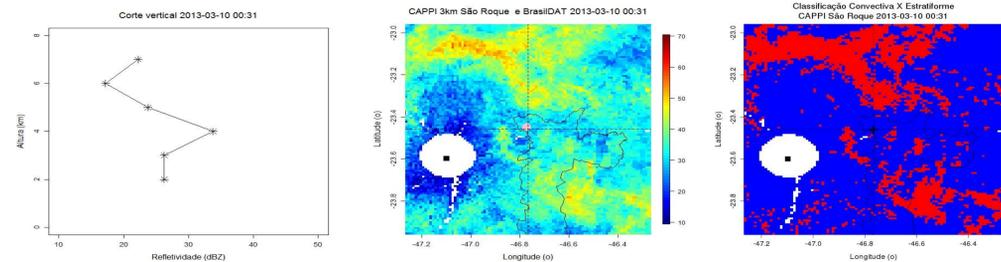


Figura 2. Dados de refletividade (dBZ) do radar São Roque (CAPPI) em 10/03/2013 - 0031 UTC para a altura em função dos valores de refletividade, para altura fixa de 3 km e torre marcada com "+" com dados da rede BrasilDAT, e para classificação da precipitação em convectiva (= vermelho) e estratiforme (= azul) .

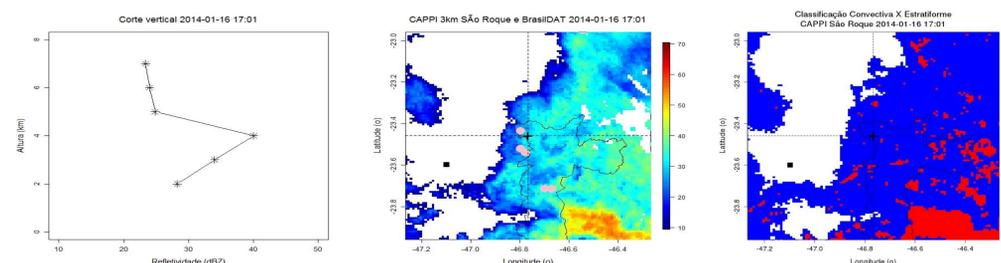


Figura 3. Dados de refletividade (dBZ) do radar São Roque (CAPPI) em 16/01/2014 - 1701 UTC para a altura em função dos valores de refletividade, para altura fixa de 3 km e torre marcada com "+" com dados da rede BrasilDAT, e para classificação da precipitação em convectiva (= vermelho) e estratiforme (= azul) .

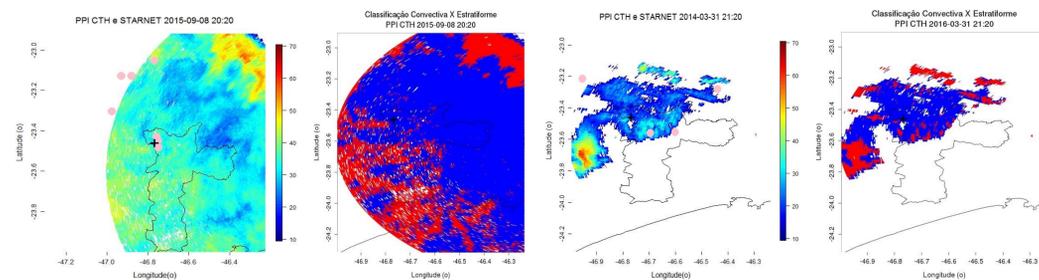


Figura 4. Dados de refletividade (dBZ) do radar FCTH (PPI) em 08/09/2015 - 2020 UTC com dados da rede STARNET e classificação da precipitação em convectiva (= vermelho) e estratiforme (= azul) .

Figura 5. Dados de refletividade (dBZ) do radar FCTH (PPI) em 31/03/2016 - 2120 UTC com dados da rede STARNET e classificação da precipitação em convectiva (= vermelho) e estratiforme (= azul) .

Tabela 1. Características gerais das tempestades que produziram os raios ascendentes.

Ano	Número de Raios Ascendentes	Classificação Convectiva x Estratiforme	Presença de Banda Brilhante do Radar	Condição Meteorológica Geral
2012	43	Estratiforme	Sim (24) Não (19)	Áreas de instabilidades associadas à aproximação de uma frente fria (26).
2013	17	Estratiforme	Sim (15) Não (2)	Áreas de instabilidades associadas à alta umidade e temperatura (15).
2014	28	Convectiva (3) Estratiforme (25)	Sim (7) Não (21)	Áreas de instabilidades associadas à alta umidade e temperatura (19).
2015	30	Convectiva (10) Estratiforme (20)	-	Linhas de instabilidades associadas à aproximação de uma frente fria (19).
2016	22	Convectiva (1) Estratiforme (21)	-	Áreas de instabilidades associadas à alta umidade e temperatura.

4. CONCLUSÕES

Ao todo, foram 45 tempestades que produziram 140 raios ascendentes. Pode-se destacar com o estudo uma preferência da ocorrência de raios ascendentes na região estratiforme dos sistemas convectivos. A maioria dos casos tiveram a banda brilhante do radar perceptível, indicando uma precipitação estratiforme. Em 8 das 45 tempestades, raios ascendentes se iniciaram em precipitação classificada como convectiva sobre a localidade do pico do Jaraguá nos horários disponíveis de dados de radar mais próximos ao instante de iniciação dos raios.

5. REFERÊNCIAS

Machado, L.A.T, Silva Dias, M.A.F.; Morales, C.A.; Fisch, G.F.; Vila, D.; Albrecht, R., et al., The CHUVA Project - how does convection vary across Brazil? BAMS-D-13-00084, 2014.
 Saba, M. M. F., Alves, J., Schumann, C., Campos, D. R., Warner, T. A., Bie, L. L. . Upward Lightning in Brazil. In: 22nd International Lightning Detection Conference, 2012, Broomfield. 22nd International Lightning Detection Conference, 2012.
 Schumann, C. Caracterização dos raios ascendentes a partir de observações de câmeras de alta resolução temporal e medidas de campo elétrico, 2013. 26p. Proposta de Tese de Doutorado em Geofísica Espacial – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.
 Steiner, M., R.A. Houze Jr. e S.E.Yuter. Climatological characterizations of three-dimensional storm structure from operational radar and rain gauge data. J. Appl. Meteor., 34, 1978 – 2007, 1995.
 Uman, M. A., The Lightning Discharge. Academic Press, San Diego, CA, 1987. xii, 377 pp., International Geophysics Series, vol. 39

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Processo: 126608/2015-6) pela oportunidade para a realização desse estudo a partir de financiamento de bolsa de pesquisa.