



## EVENTO EXTREMO DE RELÂMPAGO NO RIO DE JANEIRO-RJ ASSOCIADO A FATORES DINÂMICOS E TERMODINÂMICOS

ANA PAULA PAES DOS SANTOS<sup>1</sup>, OSMAR PINTO JR<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Meteorologista, Doutoranda, Centro de Ciência do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE), São José dos Campos-SP, Fone: (012) 8230 3871, [ana.santos@inpe.br](mailto:ana.santos@inpe.br).

<sup>2</sup>Eng. Eletricista, Prof. Doutor, Centro de Ciência do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST/INPE), São José dos Campos-SP.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 2 a 6 de Setembro de 2013 - Centro de Eventos Benedito Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém – PA

**RESUMO:** No dia 05 de março de 2013 foi observado um elevado número de relâmpagos na cidade do Rio de Janeiro-RJ, alcançando 1.882 eventos em 15 minutos. Com o objetivo de estudar peculiaridades meteorológicas que desencadeiam este tipo de evento, este trabalho faz uma análise das condições atmosféricas associadas, além de caracterizar as descargas elétricas observadas neste dia. Os resultados mostraram que a combinação de fatores dinâmicos e termodinâmicos foram fundamentais para a formação de um sistema convectivo que gerou chuva intensa, acompanhada de descargas elétricas e fortes rajadas de vento. A maior concentração dos relâmpagos nuvem-solo e intra-nuvem ocorreram em áreas de forte convecção e mais próximas ao litoral. Este tipo de estudo possibilita o aperfeiçoamento dos sistemas de prevenção e alerta de descargas elétricas, podendo assim, evitar ou minimizar os acidentes causados por eventos deste tipo tanto em áreas urbanas como rurais.

**Palavras Chave:** Evento Extremo, Relâmpago, Rio de Janeiro-RJ.

### EXTREME EVENT OF LIGHTNING IN RIO DE JANEIRO-RJ ASSOCIATED WITH DYNAMIC AND THERMODYNAMIC FACTORS

**ABSTRACT:** On March 5, 2013 we observed a high number of lightning in the city of Rio de Janeiro-RJ, reaching 2,168 events in 15 minutes. With the aim of studying weather peculiarities that trigger this type of event, this paper analyzes the atmospheric conditions, and to characterize the electrical discharges observed on this day. The results showed that the combination of dynamic and thermodynamic factors were key to the formation of a convective system that produced heavy rain, accompanied by lightning and strong gusts of wind. The highest concentration of lightning cloud to ground and intra-cloud occurred in areas of strong convection and closer to the coast. This type of study enables the improvement of systems of prevention and warning of lightning, thus being able to avoid or minimize accidents caused by such events both in urban and rural areas.

**Keywords:** Extreme Event, Lightning, Rio de Janeiro-RJ.





## INTRODUÇÃO

A cidade do Rio de Janeiro, durante o verão, é atingida frequentemente por tempestades que em geral são acompanhadas de descargas elétricas. Os relâmpagos observados durante estas tempestades, muitas vezes causam transtornos econômicos e sociais de magnitude significativa, que justificam estudos aprofundados sobre os mesmos, com o objetivo de evitar ou minimiza-los.

Pesquisas já mostraram relações entre ilhas de calor urbana em determinadas cidades do Sudeste do Brasil e o número de descargas elétricas (NACCARATO, 2005). Porém, em estudo recente, Pinto Jr, et al (2013), observaram que apesar de um aumento na temperatura de superfície na cidade do Rio de Janeiro, não há tendência positiva no número de descargas elétricas, mesmo estas apresentando grande variabilidade como consequência de uma combinação de diferentes características. Uma peculiaridade da cidade que possivelmente pode potencializar a formação de tempestades, é a sua localização e topografia, composta por cadeias de montanhas e proximidade com o Oceano Atlântico.

Desta forma, o presente trabalho faz uma análise das condições atmosféricas que desencadearam a ocorrência de um elevado número de relâmpagos, associados a uma tempestade severa no dia 05 de março de 2013, no Rio de Janeiro. Além de observar características como, polaridade, densidade de relâmpagos que atingiram o solo e regiões preferenciais de ocorrência.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de descargas elétricas utilizados neste trabalho são provenientes da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas (BrasilDAT), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para caracterizar as condições atmosféricas que originaram este evento extremo de relâmpagos, foram utilizados dados de reanálise das componentes zonal e meridional do vento, pressão ao nível médio do mar (PNMM) e temperatura do ar em superfície, dos *National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR). Para observar a localização das descargas elétricas nas nuvens convectivas, foram utilizadas imagens do Satélite GOES12 – realçada e do radar Pico do Couto, além de informações das condições de tempo do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 01 mostra as linhas de corrente nos níveis de 250 hPa, 500 hPa e 850 hPa e a temperatura do ar em superfície às 00Z do dia 06/03/2013 (21h local do dia 05/03/2013). Em altitude (250 hPa), observou-se um escoamento difluente entre os estados do Rio de Janeiro (RJ), sul de Minas Gerais (MG) e norte de São Paulo (SP), devido a atuação de um cavado entre SP e o Sul do Brasil, e da Alta da Bolívia com núcleo em torno de 19°S/72°W. Este escoamento difluente induz a divergência de massa neste nível e convergência em baixos níveis. Em 500 hPa verificou-se o reflexo do cavado em altitude sobre o sul de MG, do RJ e



leste de SP. Em 850 hPa, notou-se uma confluência dos ventos em parte do Sudeste do Brasil, resultante do cavado em 500 hPa e que favorece a convergência de umidade. Observaram-se temperaturas elevadas para este horário na Região Sudeste, acima de 28°C. Vale destacar que a temperatura máxima registrada neste dia foi de 36,6°C segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estas temperaturas elevadas associadas a convergência de umidade em 850 hPa, o cavado em 500 hPa e a difluência em altitude deram suporte termodinâmico que gerou forte instabilidade, ocasionando precipitação de 88,4 mm e rajadas máxima de vento de até 75,6 km/h. Em superfície não foi observado nenhum sistema meteorológico de grande escala relevante sobre a Região em estudo (figura não mostrada).

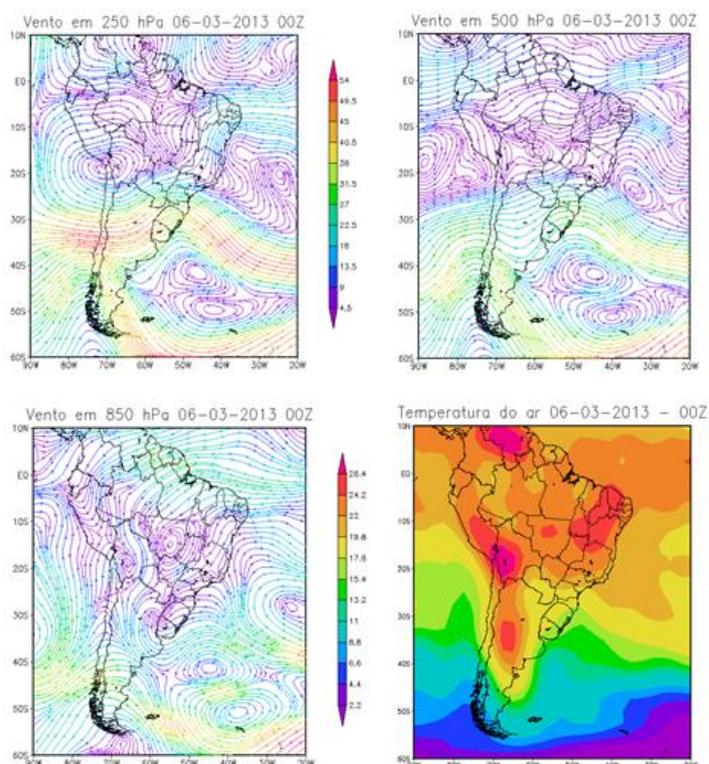


Figura 01: Linhas de corrente nos níveis de 250 hPa, 500 hPa e 850 hPa e temperatura do ar em superfície, às 00Z do dia 06/03/2013 (Fonte de dados: NCEP/NCAR).

A Figura 02 (esquerda) mostra a distribuição temporal da polaridade dos relâmpagos nuvem-solo (NS) e intra-nuvem (IN). Como tipicamente ocorre, observou-se um maior número de relâmpagos negativos em relação aos positivos, com máximos às 23 UTC de 515 (NS) e 942 (IN). Os positivos, em menor número, foram registrados máximos de 33 (NS) às 23:15 UTC e 394 (IN) às 23 UTC. Ainda nesta figura (à direita), pode-se observar o total dos relâmpagos NS (2149) e IN (4862). Verificou-se que a maior concentração destes tipos de relâmpagos ocorreram entre as 22:30 UTC e 23:30 UTC, com máximo de 546 NS e 1336 IN

às 23 UTC. Notou-se então, que a máxima atividade elétrica ocorreu às 23 UTC, sendo assim, foi realizado uma análise da distribuição espacial destas descargas, associada convecção local.

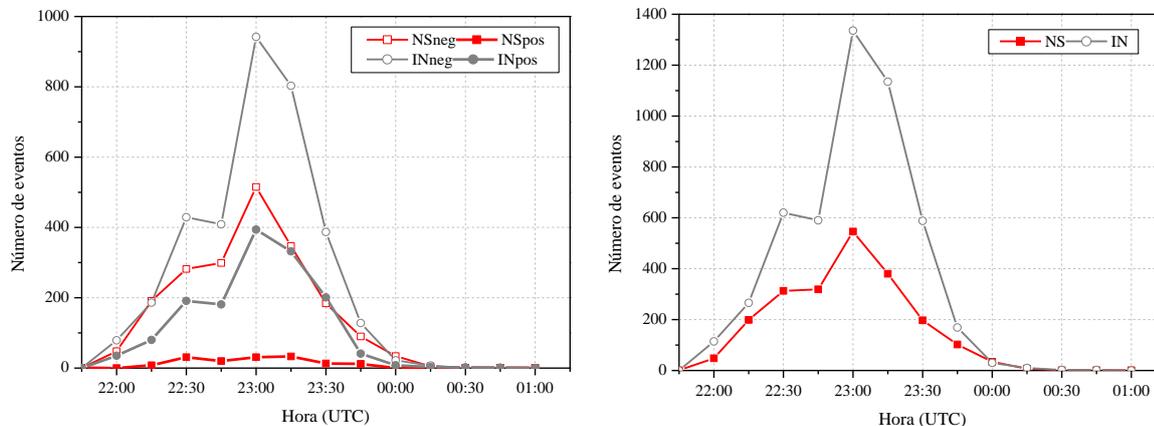


Figura 02: Distribuição temporal da polaridade dos relâmpagos NS e IN (esquerda), e o total destes eventos (direita), entre as 21:45 UTC do dia 05/03/2013 e às 01 UTC do dia 06/03/2013.

A Figura 03 mostra a distribuição espacial das descargas NS (vermelho) e IN (azul) no horário de registro de maior atividade elétrica (23 UTC). Verificou-se que as maiores densidades de relâmpagos ocorreram na Zona Norte e na área mais próxima a costa da Zona Oeste da cidade. Por meio da Figura 04, que mostra estes relâmpagos sobreposto a imagem do satélite GOES12 (às 23 UTC) e sobre a imagem do radar do Pico do Couto, pode-se observar que estas descargas ocorreram nas regiões de maior convecção, representadas por topos de nuvens elevados e frios, atingindo  $-80^{\circ}\text{C}$  (imagem de satélite) e valores significativos de refletividade de até 60 dBZ (imagem de radar). Tendo estes eventos ocorrido nas áreas mais convectivas da nuvem, vale destacar que eles ocorreram preferencialmente nas regiões mais próximas ao litoral.

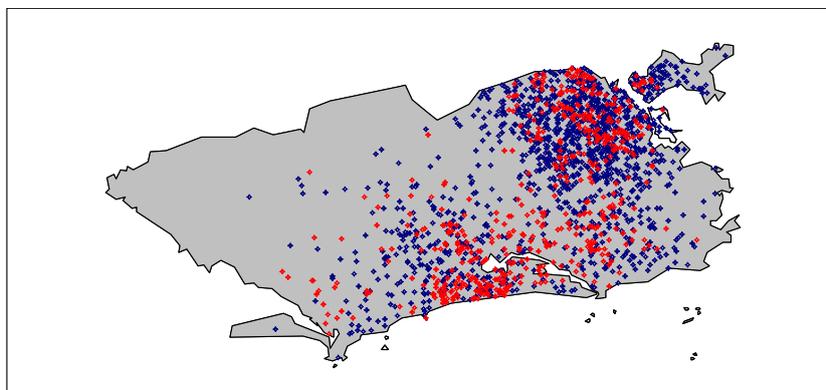


Figura 04: Distribuição espacial dos relâmpagos NS (vermelho) e IN (azul) às 23 UTC do dia 05/03/2013 na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

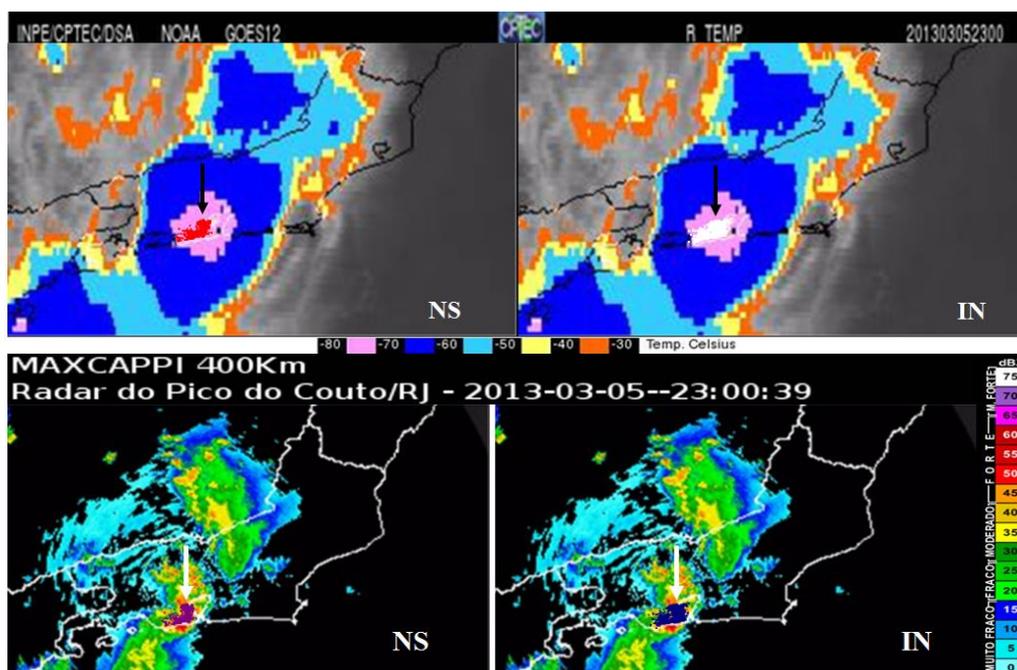


Figura 05: Relâmpagos NS e IN sobrepostos a imagem do satélite GOES12 (superior) e a imagem do radar Pico do Couto (inferior) às 23 UTC do dia 05/03/2013. (As cores na imagem de satélite são: NS em vermelho e IN em branco; e na imagem de radar são: NS em roxo e IN em azul; ambos indicados por setas).

## CONCLUSÃO

Após a análise das condições atmosféricas de grande escala, pôde-se concluir que a combinação de fatores dinâmicos e termodinâmicos associados à meso e micro escala foram fundamentais para a formação de um sistema convectivo que gerou chuva intensa, acompanhada de descargas elétricas e fortes rajadas de vento. A maior concentração dos relâmpagos NS e IN ocorreram em áreas de maior convecção e mais próximas ao litoral. Este tipo de estudo auxilia no aperfeiçoamento dos sistemas de prevenção e alerta de descargas elétricas, podendo assim, evitar ou minimizar os acidentes causados por eventos deste tipo.



**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
*Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013*  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



## REFERENCIAS

NACCARATO, K.P. Análise das Características dos Relâmpagos na Região Sudeste do Brasil. 2005. 364 f. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP, 2005.

PINTO Jr, O.; PINTO, I.R.C.A.; FERRO, M.A.S. A Study of the Long-Term Variability of Thunderstorm Days in Southeast Brazil. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 118, 1–16, doi:10.1029/2012JD018763, 2013.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013  
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto  
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil  
<http://www.sbagro.org.br>

