

EFEITO DA COBERTURA DO SOLO SOBRE A FORMAÇÃO DE RELÂMPAGOS DURANTE O EVENTO METEOROLÓGICO GUARÁ EM SALVADOR

Georgynio Yossimar Rosales Aylas¹; Erick Giovanni Sperandio Nascimento²; Davidson Martins Moreira²

¹Bolsista; DIT - 2A – FAPESB; ragy3008@gmail.com

²Doutorado em Engenharia Mecânica; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; davidson.moreira@gmail.com

RESUMO

A severidade das tormentas em regiões costeiras ocasiona diversos tipos de danos, especialmente com a presença de raios. A quantidade de tormentas no Brasil varia de acordo com cada região, sendo o nordeste e sul as de menor quantidade. Dado a pouca quantidade de tormentas severas, este trabalho tem o objetivo de avaliar a previsão de raios para Região Metropolitana de Salvador (RMS) e verificar a variação desta previsão quando se atualiza a cobertura do solo local, durante a tempestade subtropical Guará, ocorrida no dia 9 de dezembro do 2017. Os resultados obtidos mostram que as previsões de impacto com dados de cobertura de solo local em geral apresentam melhor desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: raios, WRF, cobertura de solo, tempestade Guará.

1. INTRODUÇÃO

Tormentas severas usualmente apresentam relâmpagos, sendo que alguns podem impactar o solo e são conhecidos geralmente como raios. A quantidade de dias de tormentas no Brasil varia de acordo com cada região, sendo que esta variação pode ser distribuída da seguinte maneira: na região nordeste e sul podem chegar até 50 dias de tormentas por ano, na região central varia entre 50 e 100 dias de tormentas por ano e, o resto do país, tem aproximadamente de 100 a 150 dias de tormentas por ano¹. Uma das razões para que o Brasil seja um dos países com maior quantidade de raios, cuja média aproximada é de 136 flashes $\text{km}^{-2} \text{yr}^{-1}$ ou $\text{fl km}^{-2} \text{yr}^{-1}$,² é o tamanho da sua área e a presença da Amazônia.

A vulnerabilidade do espaço geográfico está relacionada aos aspectos físicos e fenômenos meteorológicos locais, um das quais é a possibilidade deste espaço ser propenso ao impacto dos raios. De todos estes espaços, as áreas urbanas têm os maiores registros de raios³, com média aproximada de 152 flashes por km^2 , observando-se também que a frequência de raios tem relação positiva com as flutuações do calor latente⁴, que é produto da mudança da cobertura do solo. Áreas com maior probabilidade de impacto de raios apresenta os seguintes riscos: ferimentos a seres vivos, danos a estruturas e falhas nos sistemas de abastecimento elétrico. Portanto, existe a necessidade de uma previsão efetiva e confiável de raios, requisito indispensável para áreas como agricultura, energia, recreação, aviação e, para prevenir e reduzir riscos. Desta maneira, devido a importância do estudo da previsão do impacto dos raios, este trabalho tem o objetivo de avaliar a densidade de raios sobre a influência do uso do solo local atualizado e padrão (MODIS-IGBP do modelo), durante a tempestade subtropical Guará ocorrida no dia 9 de dezembro do 2017.

2. METODOLOGIA

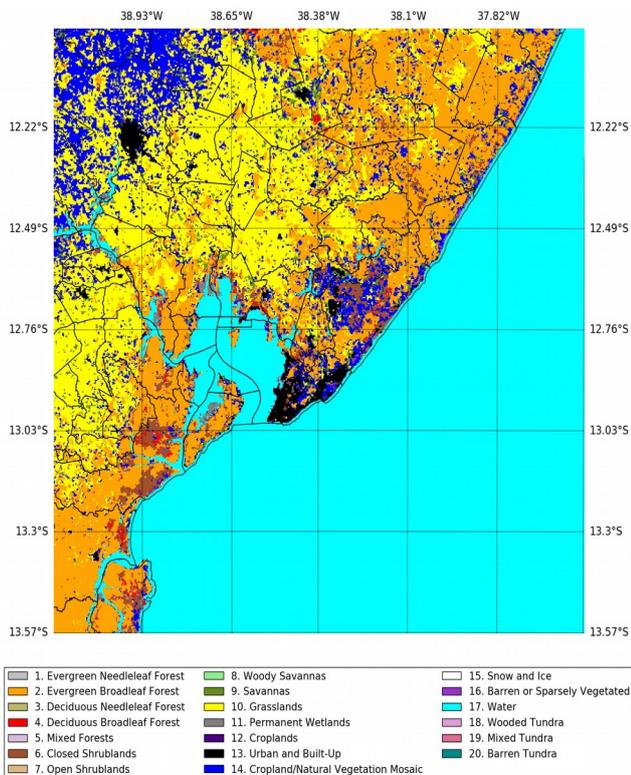
2.1. Área de estudo e o evento Guará

Dado o objetivo deste trabalho de estudar a previsão de raios durante o evento Guará na Região Metropolitana de Salvador (RMS), pertencente ao estado da Bahia e localizada na região nordeste do Brasil, foi delimitada uma área que compreende 130 quilômetros em cada direção centrada na RMS, conforme mostra a Figura 1. A tempestade subtropical Guará de 9 de dezembro do 2017, foi produto de uma forte queda de pressão atmosférica, menor a 1000 hPa, entre o litoral sul da Bahia e norte do Espírito Santo, dando passo à formação de ventos fortes e ondas entre 3 e 5 m de altura no litoral. Na RMS o evento foi observado chegar ao final da tarde, quando nuvens carregadas chegaram rapidamente na RMS cobrindo-a e dando início à tempestade. Com ventos fortes, chuvas torrenciais e raios durante o final da tarde e início da noite do dia 9 de dezembro, durando até o dia 10 de dezembro quando a tempestade se afastou da costa e foi para o oceano. Dada a importância da cobertura de solo local para a RMS, esta foi atualizada com base nas informações de cobertura de solo do grupo de pesquisa *Climate Change Initiative*, pertencente a agência espacial europeia, com data de última atualização o ano de 2015. Salienta-se que foi

necessário adaptar a classificação do sistema MODIS-IGBP, para o qual usou-se o trabalho de Herold⁵, o qual apresenta uma equivalência entre sistemas de classificação de cobertura de solo para minimizar as limitações entre comparabilidade e compatibilidade entre dois sistemas de classificação diferentes.

Tormentas severas podem ser monitoradas fazendo-se uso do sistema de detecção de raios chamados BRASILDAT. Este sistema é administrado pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Cabe destacar também que o ELAT dispõe um site *on-line*, onde apresenta informação em tempo real da atividade elétrica para o Brasil e alguns países fronteiriços. Neste site é possível o acesso a informativos e realizar pedidos de dados observados pela rede.

Figura 1. Domínio de simulação e dados de uso do solo atualizado.



2.2 Configuração do modelo WRF e previsão de raios

O modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF), modelo meteorológico que torna possível o estudo em diversas escalas (vertical e horizontal), atuando desde poucas dezenas de metros até milhares de quilômetros, sendo adequado para o estudo de eventos meteorológicos e climáticos diversos. Neste trabalho, usou-se a versão 3.9.1 com as seguintes configurações: composto de três domínios aninhados com resolução de 9, 3 e 1 km, respectivamente. Dado que a simulação tem 3 domínios aninhados, os experimentos foram projetados de maneira a usar os dados de cobertura de solo padrão (MODIS) e cobertura de solo local, representado em 4 casos: 1) padrão, os três domínios uso do solo MODIS; 2) caso-1, os dois domínios maiores com uso do solo MODIS e o outro local; 3) caso-2, os dois domínios menores com uso de solo local e o outro MODIS e, 4) os três domínios com uso do solo local.

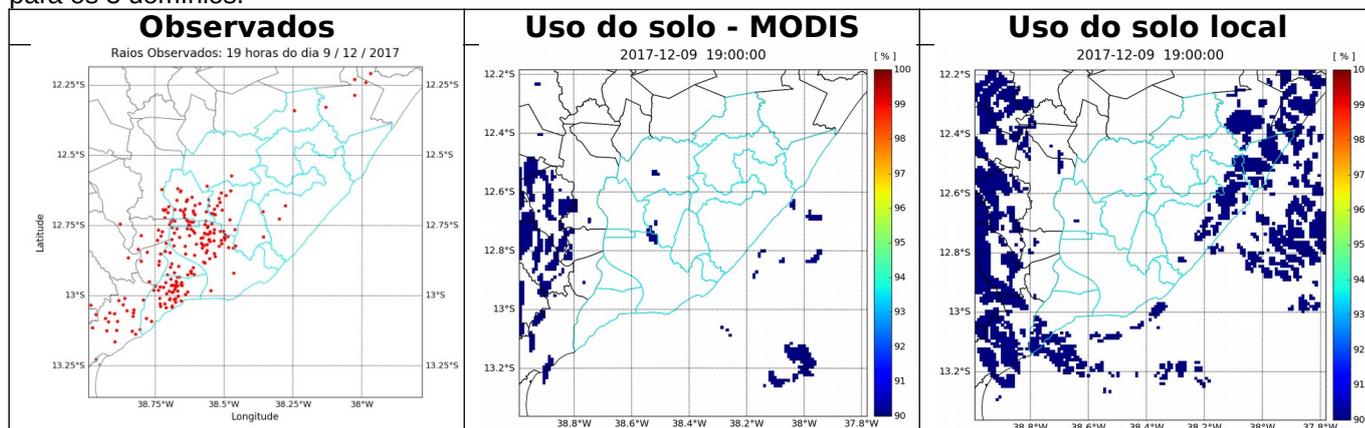
O cálculo da previsão de raios foi realizado mediante o método *Potential Lightning Region* (PLR), o qual apresenta a probabilidade de ocorrência de raios sobre a região de estudo. Este método foi desenvolvido por Zepka⁶, e faz o cálculo a partir da combinação de variáveis, tais como: energia potencial convectiva disponível (CAPE), índice de elevação (LI), índice K (KI), e velocidade vertical média entre 850 e 700 hPa (w).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formação de lacunas com abundante energia em áreas circundantes à cidade é grande o suficiente para verificar a formação do evento Guará a partir das 14 h, para todos os casos. Cabe destacar que a CAPE em simulações, de forma geral, é subestimada pelas simulações do modelo WRF. Verificou-se também que antes da chegada de uma tormenta os valores desta variável assumem valores maiores que 1000 J/kg⁷. As observações de impacto dos raios na RMS começam a partir das 17 h indo até as 20 h. A hora de maior intensidade de impacto de raios ocorreu às 19 h, atingindo especialmente a região que vai desde o centro do domínio da simulação até o sul do mesmo, cobrindo grande parte do centro da RMS durante este período. A previsão dos raios durante este horário se ajustou da seguinte maneira: para probabilidade de acerto maior que 80%, as simulações com uso do solo padrão acertaram 50 vezes e com o uso do solo local acertaram 82 vezes. Já com a probabilidade maior que 90%, o uso do solo padrão tem 0 acertos e o uso do solo local 12. A previsão dos raios com uso do solo local mostra uma área de impacto de raios menores, porém, é principalmente nesta área onde tem-se a maior quantidade de observações de impacto de raio. Da mesma forma, nos outros horários do dia foram se adaptando melhor as simulações com uso do solo local. Uma análise breve durante o horário da manhã mostrou que o impacto de raios é nulo, verificando-se o mesmo comportamento com o cálculo da previsão. Cabe destacar que para esta avaliação foram considerados somente probabilidades maiores a 90% (ver Figura 2). Isto se deve a grande variabilidade encontrada nas variáveis de estudo. Contudo, Dementyeva et al. (2014) menciona que a

variabilidade dos índices das variáveis estudadas dependem significativamente das parametrizações usados na simulação.

Figura 2. Comparação de raios observados e previsões para às 19 h, com uso do solo MODIS-IGBP e local para os 3 domínios.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o objetivo de estudo inicial de avaliar-se a influência do uso da cobertura de solo local na simulação do desenvolvimento da tempestade Guará, observa-se que foi possível representar de melhor maneira a chegada de uma tempestade e o tempo de duração da mesma. As variáveis de estudo simuladas apresentaram aumento de intensidade poucas horas antes da tempestade se desenvolver na RMS. Finalmente, pode-se argumentar que a estimativa de probabilidade durante eventos pontuais atípicos, podem não ser bem representados pelas recomendações sugeridas por Zepka dada à pouca previsibilidade e o impacto desta sobre regiões com condições de clima diferentes.

Agradecimentos

Agradecemos ao SENAI CIMATEC e a FAPESB.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ PINTO, I. R. C. A.; PINTO, O. **Cloud-to-ground lightning distribution in Brazil**. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, v. 65, n. 6, p. 733-737, 2003.
- ² CHRISTIAN, H. J.; BLAKESLEE, R. J.; BOCCIPPIO, D. J.; BOECK, W. L.; BUECHLER, D. E.; DRISCOLL, K. T.; GOODMAN, S. J.; HALL, J. M.; KOSHAK, W. J.; MACH, D. M.; STEWART, M. F. **Global frequency and distribution of lightning as observed from space by the Optical Transient Detector**. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, v. 108, n. D1, p. ACL 4-1-ACL 4-15, 2003.
- ³ PINTO, O., J. R.; 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, v. 118, n. 11, p. 5231-5246, 2013.
- ⁴ Sokol, N. J.; Rohli, R. V. **Land cover, lightning frequency, and turbulent fluxes over Southern Louisiana**. Applied Geography, v. 90, p. 1- 8, 2018.
- ⁵ HEROLD, M.; WOODCOCK, C. E.; DI GREGORIO, A.; MAYAUX, P.; BELWARD, A. S.; LATHAM, J., SCHMULLIUS, C. C. **A joint initiative for harmonization and validation of land cover datasets**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 44, n. 7, p. 1719-1727, 2006.
- ⁶ ZEPKA, G. S.; PINTO, J. R., O.; SARAIVA, A. C. V. **Lightning forecasting in southeastern Brazil using the WRF model**. Atmospheric research, v. 135, p. 344-362, 2014.
- ⁷ Rath, S. S.; Panda, J. **A Study of Near-Surface Boundary Layer Characteristics During the 2015 Chennai Flood in the Context of Urban-Induced Land Use Changes**. Pure and Applied Geophysics, p. 1–23, 2018.

⁸DEMENTYEVA, S. O.; ILIN, N. V.; MAREEV, E. A. **Calculation of the lightning potential index and electric field in numerical weather prediction models.** *Izvestiya. Atmospheric and oceanic physics*, v. 51, n. 2, p. 186-192, 2015.