

CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ATRAVÉS DE RADAR METEOROLÓGICO E PLUVIÔMETRO PARA UM EVENTO PLUVIOMÉTRICO NO RIO DA DRAGA EM VILA VELHA – ES.

Pedro Augusto da Costa Leite¹, Ana Paula Moni Silva² e Enrique Vieira Mattos³

¹Universidade Federal de Itajubá, Av. B.P.S 1303, Itajubá – MG, pedrohd@gmail.com ; ²Universidade Federal de Itajubá, Av. B.P.S 1303, Itajubá – MG, anamoni@unifei.edu.br ; ³Universidade Federal de Itajubá, Av. B.P.S 1303, Itajubá – MG, enrique@unifei.edu.br

RESUMO

Nas últimas décadas as mudanças antropogênicas levaram à modificações no clima e nos sistemas climáticos das cidades e seus cidadãos já começaram a experimentar efeitos de magnitude sem precedentes. Monitorar e compreender seus impactos torna-se de grande importância estratégica. Nesse contexto, os radares meteorológicos são ferramentas fundamentais, pois permitem além da previsão da precipitação, avaliar a dimensão espacial e temporal do evento. O presente estudo, tem por objetivo caracterizar um evento pluviométrico com a altura de chuva através de pluviômetros e sua distribuição através de dados de radar meteorológico. A metodologia utilizada baseou-se na seleção de estações pluviométricas e radar meteorológico em bases públicas, realizando a análise dos pluviogramas e dos dados CAPPI respectivamente para um mesmo evento. A análise demonstra a importância da integração de diferentes plataformas, auxiliando na compreensão da formação, espacialização, altura precipitada e modelagem de um evento pluviométrico.

Palavras-chave — radar meteorológico, pluviômetro.

ABSTRACT

In recent decades, anthropogenic changes have led to changes in the climate and climate systems of cities and their citizens have already begun to experience effects of unprecedented magnitude. Weather radars are important tools in this context, as they allow, in addition to predicting the amount of rain in an area for a period of time, allowing the visualization of the precise distribution of the event. The present study aims to characterize a rainfall event with the height of rainfall through pluviometers and its distribution through weather radar data. The methodology used was based on the selection of pluviometric stations and meteorological radar in public databases, performing the analysis of pluviograms and CAPPI data respectively for the same event. The analysis demonstrates the importance of integrating different platforms, helping to understand the formation, spatialization, precipitation height and modeling of a rainfall event.

Keywords — weather radar, pluviometer.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das condições atmosféricas sempre foi curiosidade do ser humano, desde os tempos mais remotos. As civilizações mais antigas preocupavam-se com os fenômenos de tempo devido a sua influência no seu cotidiano, sobretudo no que concerne às atividades para a sobrevivência. Entretanto, somente a partir dos anos de 1960, que os estudos do tempo e do clima ganharam uma posição de destaque nos meios científicos, sobretudo após a Conferência de Estocolmo em 1972 [1]. Nas últimas décadas as mudanças antropogênicas levaram à modificações significativas no clima e nos sistemas climáticos das cidades e seus cidadãos já começaram a experimentar efeitos de magnitude sem precedentes [2].

Em termos de tempo, a precipitação é uma variável meteorológica fundamental para o ciclo hidrológico. Porém, tanto a escassez como o excesso de precipitação pode provocar consequências negativas graves para sociedade. Por exemplo, o excesso de precipitação pode provocar desastres naturais como inundações, enchentes, alagamentos e deslizamentos. Nos últimos anos, estudos mostram um aumento considerável na quantidade e intensidade dos desastres associados ao excesso de precipitação na região Sul e Sudeste do Brasil [3]. Nesse, contexto o monitoramento da precipitação através da combinação de diversas ferramentas torna-se fundamental na previsão e mitigação das consequências desses desastres.

Em termos de ferramentas, os pluviômetros são os mais antigos meios de medição da precipitação em superfície. Porém, suas medições são limitadas espacialmente, e dependem da existência de uma rede densa de pluviômetros e a realização de manutenção preventiva. Por outro lado, após a segunda guerra mundial com o desenvolvimento dos radares meteorológicos, tornou-se possível a estimativa tridimensional da precipitação numa área maior (distâncias de até 250 km do radar). Os radares meteorológicos possuem o diferencial de conseguir discriminar os tipos (cristal de gelo, gota de chuva, graupel e hail) de partículas das nuvens, orientação, grau de achatamento e grau de mistura (água/gelo) [4].

Diversos estudos tem mostrado a importância dos radares para monitoramento de tempo severo [5]; [6]; [7]. Estudos aplicando radar para avaliar tempo severo (ventos fortes, granizo e precipitação intensa). Os resultados do estudo dos impactos do desastre natural ocorrido na Baixada Santista entre 2 e 3 de Março de 2020 que provocou a morte de 44 pessoas e prejuízos de 40 milhões de dolares, mostraram um bom mapeamento do evento com o radar meteorológico [8]. Embora, grande avanço ocorreu nas últimas décadas, apenas recentemente o Espírito Santo possui um radar, possibilitando estudos sobre desastres naturais nessa região.

O presente estudo, tem por objetivo caracterizar um evento pluviométrico com a altura de chuva através de pluviômetros e sua distribuição através de dados de radar meteorológico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área do presente estudo abrange a Bacia do Rio da Draga. Esta bacia está situada no município de Vila Velha, litoral do Estado do Espírito Santo, e possui uma área de aproximadamente 30km². Tipicamente essa região recebe 118,5 mm no verão e 49,8 mm no inverno, e possui temperaturas variando entre 18,7 °C e 28,6° C. O evento foco desse estudo ocorreu entre os dias 1 e 2 de março de 2020. A escolha desse evento se deve ao fato de ser um evento recente, com informações de radar, pluviométricas e de imagem de satélite, além de ter sido utilizada no Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana de Vitória (PDAU-RMGV).

Visando obter a precipitação média na bacia para o referido evento, utilizou-se a base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) [9] e do CEMADEN [10].

Selecionou-se duas estações pluviométricas: Vila Velha – A634 (INMET) e Terra Vermelha – 320520006A (CEMADEN). Ambas possuem registros horários, sendo que a estação Vila Velha situa-se a uma distância de aproximadamente 500 m da bacia do rio da Draga e a Terra Vermelha localiza-se dentro da mesma.

Para o cálculo da chuva média diária na bacia utilizou-se o método dos Polígonos de Thiessen, que consiste em traçar linhas ligando diretamente estações pluviométricas, em seguida traçar mediatrizes das linhas que ligam as estações e alongar essas mediatrizes até encontrar as demais estações. O polígono formado, sob a área de estudo representa a influência de cada estação na composição da chuva média que pode ser expressa pela seguinte equação:

$$P_m = \frac{\sum A_i P_i}{A}$$

Onde:

P_m é a precipitação média na bacia (mm);

P_i é a precipitação na estação pluviométrica (mm);

A_i é a área de influência da estação (mm);

A é a área total da bacia (mm).

Foram utilizados dados do radar meteorológico de Santa Teresa – ES implementado e operado pelo CEMADEN. Este é um radar Doppler Banda S (2,7 a 2,9 GHz), que está localizado na cidade de Santa Teresa – ES nas coordenadas 19°59'19.93" S e 40°34'45.84", a uma altitude aproximada de 1009,0 m e esta distante aproximadamente 60 km da área de estudo. Durante o período do estudo o radar operou com uma resolução temporal de 10 min e largura do feixe de 2° e com uma máxima frequência de repetição de pulso (do inglês *Pulse Repetition Frequency*, PRF) de 600 Hz. Os dados volumétricos foram transformados de coordenadas polares para coordenadas cartesianas, gerando o produto Constant *Altitude Plan Position Indicator* (CAPPI) com resolução espacial horizontal e vertical de 1 km, totalizando 13 CAPPIs entre 3 e 15 km de altura. Os dados de CAPPI de precipitação possuem um limite de alcance de até 240 km. Além disso, foram empregados análises de imagens do canal infravermelho (12,3 μm) do sensor *Advanced Baseline Imager* (ABI) a bordo do satélite GOES-16 [11]. Mapas de temperatura de brilho foram empregadas para identificar as características (tamanho e temperatura) do topo das nuvens.

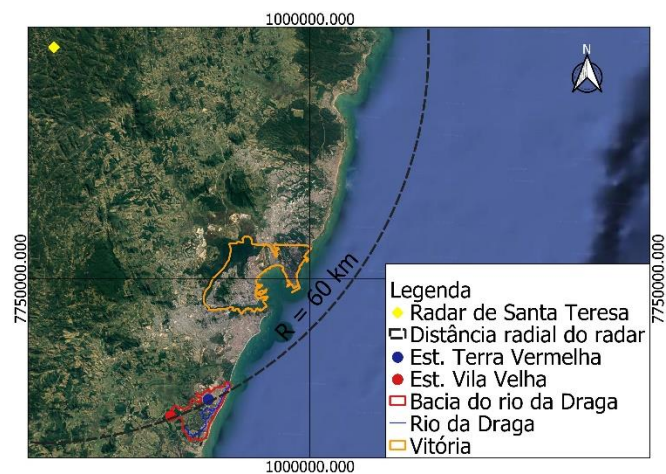


Figura 1. Localização da área de estudo e do radar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os padrões de nuvens na região de estudo entre os dias 01/03/2020 e 02/03/2020 a partir de imagens de satélite. Foi observado que durante o período analisado houve a atuação de um sistema convectivo na região que se deslocou no sentido sudeste, da região norte de Minas Gerais, para o trecho compreendido entre o litoral norte do estado de São Paulo até o norte do litoral do estado do Espírito Santo.

O sistema apresentou baixas temperaturas (atingindo valores abaixo de -50°C), indicando a existência de nuvens

com bastante gelo e alta probabilidade de chuva na área de estudo no dia 02/03/2020 às 03:00h (Figura 2h).

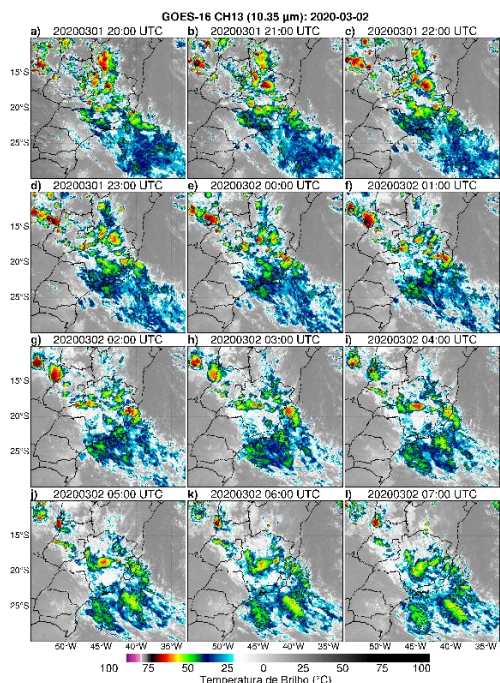


Figura 2. Imagens do satélite GOES-16 do canal infravermelho (10,3 μm) entre o período de 01/03/2020 20:00 UTC e 02/03/2020 07:00 UTC

A Figura 3 apresenta o CAPPI de 3 km de altura de precipitação acumulado para o dia 2 de março de 2020. Nota-se uma extensa área com alto (~ 40 mm/dia) acumulado de precipitação abrangendo a região da bacia (região destacada em vermelho). Estes resultados indicando que toda a região estava sobre efeito de forte instabilidade atmosférica.

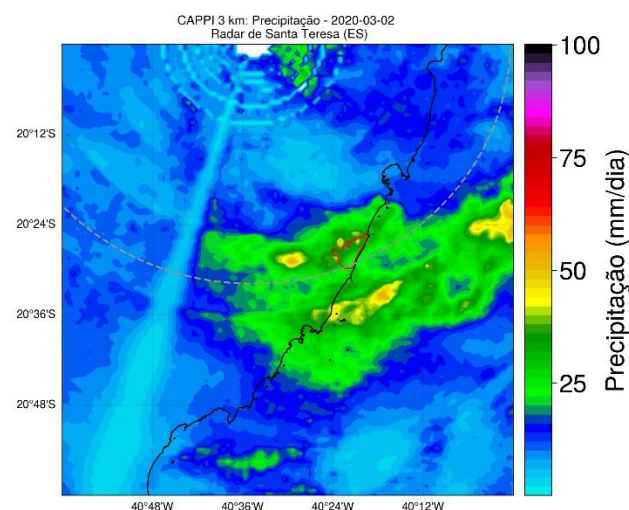


Figura 3. Constant Plan Position Indicator (CAPPI) em 3 km de altura de precipitação (mm/dia) para o dia 02/03/2020. Em vermelho é representado o contorno da Bacia do Rio da Draga.

Com a análise do histórico das estações pluviométricas Vila Velha – A634 (INMET) e Terra Vermelha – 320520006A (CEMADEN) foi possível verificar que os valores de altura da lâmina de chuva precipitada são relativamente semelhantes entre as estações, tendo registrado 172,1 mm/dia para a estação Terra Vermelha e 174,2 mm / dia para a estação Vila Velha – Figura 4. A precipitação média pelo método de Polígonos de Thiessen, foi de 172,8 mm. Além disso, a evolução horária da precipitação mostra um máximo (50-55 mm/dia) de precipitação ocorrendo entre 3 e 4 UTC, consistente com os horários de mais baixa temperatura registrada pelo satélite (Figuras 2h e i).

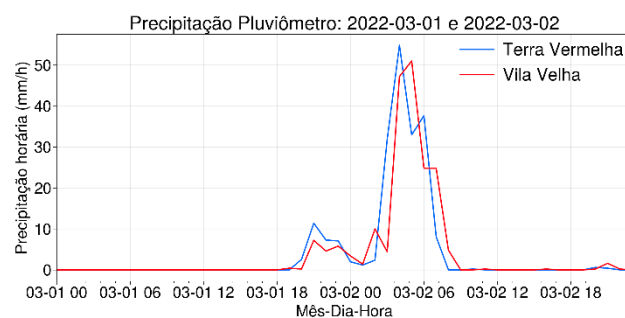


Figura 4. Precipitação horária (mm/h) entre os dias 1 e 2 de março de 2020 registrada pelos pluviômetros de Terra Vermelha (linha azul) e Vila Velha (linha vermelha).

O referido evento do dia 02/03/2020 foi simulado na etapa de calibração do modelo hidrodinâmico desenvolvido pelo PDAU-RMGV. Os resultados mostram que a comparação da mancha resultante do modelo, em laranja, com a imagem de satélite da mesma – Figura 5.



Figura 5. Resultado da calibração do evento pluviométrico do dia (02/03/2020). Fonte: PDAU-RMGV.

Através das análises realizadas foi possível verificar o benefício da integração das diferentes plataformas: satélite, radar, pluviômetro e modelo hidrodinâmico. Onde o satélite permite a compreensão da dinâmica espacial das nuvens que produziram o evento; o radar permite compreender a distribuição espacial da precipitação e o período de maior probabilidade de chuva na área de estudo determinada; o pluviômetro permite a análise da precipitação horária do evento e o modelo hidrodinâmico, com as demais variáveis

tais como topografia e uso do solo, permite a simulação do evento com a distribuição e alturas de precipitação ao longo do tempo em toda a bacia, refletindo em resultados mais próximos da realidade.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, evidenciou-se o benefício da integração das diferentes plataformas de análise e registro de dados, como o satélite, radar meteorológico, pluviômetro e modelo hidrodinâmico.

O evento ocorrido no dia 02/03/2020 pôde ser analisado em termos do sistema convectivo, da distribuição espacial do evento, dos valores de alturas de chuva registrados ao longo do tempo nos pluviômetros e o resultado da simulação do evento selecionado.

Foi possível observar que às 03:00h do dia 02/03/2020 o satélite registrou menores temperaturas de brilho, que são condições de alta probabilidade de chuva, horário esse que coincide com o pico da precipitação registrada nos pluviômetros.

8. REFERÊNCIAS

[1] PASSOS, P. N. C.; A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. Revista Direitos Fundamentais e Democracia, Vol. 6, 2009, p. 1-25

[2] MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BRIZZI, T.; YOUG, A. Trends in extrem rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. Anais da Academia Nacional de Ciências de Nova Iorque. 2020

[3] PBMC,2016: Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184p.

[4] Rinehart, R.E. 2004. Radar for Meteorologists. Nevada, Rinehart Publications. 482p

[5] Abreu, E.X.;Mattos, E. V.; Sperling, V.B. Caracterização das Assinaturas de Radar e da Atividade Elétrica de Relâmpagos de Tempestades com Granizo no Estado de São Paulo.

[6] Lopes, C.C. 2019. Microfísica, Cinemática e Eletrificação em Tempestades Tropicais que Geraram Granizo Durante o Projeto SOS-CHUVA. Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 105p.

[7] Queiroz, A.P. 2008. Monitoramento e Previsão Imediata de Tempestades Severas Usando Dados de Radar. Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Dissertação de Mestrado, 114p.

[8] Freitas, A. A.; Oda, P. S. S.; Teixeira, D. L. S.; Silva, P. N.; Mattos, E. V. M.; Bastos, I. R. P.; Nery, T. D.; Metodiev, D.; Santos, A. P. P.; Gongalves, W. A. Meteorological conditions and social impacts associated with natural disaster landslides in the Baixada Santista region from March 2nd-3rd, 2020. Urban Climate, vol. 42, março, 2022.

[9] INMET. Base de dados pluviométricos. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 out. 2022.

[10] CEMADEN. Base de dados pluviométricos e de radar meteorológico. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>. Acesso em: 10 out. 2022.

[11] OSCAR. Observing Systems Capability Analysis and Review Tool. Disponível em: <https://space.oscar.wmo.int/>. Acesso em: 14 out. 2022.