

ESTIMATIVA QUANTITATIVA DE PRECIPITAÇÃO USANDO O RADAR METEOROLÓGICO DE CANGUÇU - RS: UM ESTUDO DE CASO

KEROLLYN ANDRZEJEWSKI¹; MARLON TOMASCHEWSKI²; LEONARDO
CALVETTI³

¹Universidade Federal de Pelotas – kekerollynoli@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – marlon.tomaschewski@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – lcalveti@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, o radar é utilizado mais do que nunca, pois é o melhor instrumento para monitorar a movimentação e ocorrência de padrões de precipitação e tempestades, visto que fornecem informações de refletividade que podem ser utilizadas para estimativa de precipitação com resolução espacial de 1km em intervalos de curtíssimo tempo (FABRY, 2015). Além disso, o radar continua sendo a melhor ferramenta para detectar ou inferir a presença de muitas condições atmosféricas perigosas como tempestades severas, granizo e tornados.

A estimativa quantitativa de precipitação (QPE), pode ser realizada a partir do ajuste da curva do fator de refletividade registrado pelo radar (variável Z e unidade dBZ) e o volume de chuva registrado pelo pluviômetro (em mm/h), técnica denominada como relação Z-R, onde Z é o fator de refletividade medida pelo radar e R é a precipitação medida pelo pluviômetro. A relação Z-R é fundamentada em um rol de potência, dessa forma, qualquer que seja o processo que cause incertezas ou erros na estimativa de refletividade afeta a inferência da taxa de precipitação (MARSHALL; PALMER, 1948).

Dessa forma, nota-se que existe uma grande necessidade em determinar a estimativa quantitativa de precipitação para uma melhor gestão de enchentes, alagamentos e deslizamentos de terra.

Baseado com tudo o que foi exposto até aqui, o objetivo deste trabalho é realizar estimativas de precipitação por meio das relações Z-R utilizando dados do fator de refletividade do radar meteorológico de Canguçu.

2. METODOLOGIA

Para este trabalho foram utilizados dados do fator de refletividade do radar meteorológico da Força Aérea localizado no município de Canguçu (31° 23' 42" Sul, 52° 40' 32" Oeste) no estado do Rio Grande do Sul. Para a obtenção da curva Z-R foram estudadas projeções no plano constante (PPI) de 0,5 graus de elevação a uma altura constante (CAPPI) de 2 km, com uma abrangência útil de 200 km.

A elaboração da curva e avaliação das relações Z-R foi feita utilizando dados de precipitação de 20 pluviômetros do Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (CEMADEN) dentro do raio de 200 km de distância do radar para o dia 16 de novembro de 2021.

Utilizando a linguagem de programação Python foram obtidos pontos pré-definidos com a taxa do fator de refletividade correspondente a latitude e longitude dos pluviômetros. Os dados dos pluviômetros foram aplicados para

extração dos coeficientes da relação Z-R, como também para a avaliação da exatidão dessa relação com os dados de radar.

A relação Z-R é dada pela equação 1 e os coeficientes para cada uma das diferentes metodologias aplicadas neste trabalho são apresentadas na tabela 1.

$$Z = a R^b \quad (1)$$

Onde Z é o fator de refletividade medido pelo radar em dBZ, R é a taxa de precipitação registrada pelos pluviômetros em mm/h e a e b são os coeficientes da relação Z-R apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Coeficientes das relações Z-R utilizadas para estimativa de precipitação pelo radar meteorológico.

Autor	Ano	Tipo de chuva	a	b
Marshall e Palmer	1948	Estratiforme	200	1,6
Tokay e Short	1996	Estratiforme	367	1,3
Tenório et al.	2010	Convectiva	65,46	1,69
Steiner e Houze	1993	Convectiva	50	1,5
Calheiros	1982	Mista	32	1,65
Tokay e Short	1996	Mista	315	1,2
Smith et al.	1975	Tempestades	155	1,88
Joss et al.	1970	Tempestades	500	1,5

A comparação das estimativas de precipitação foi realizado por meio do método do erro quadrático médio, ou MSE, (equação 2) que é comumente utilizado na verificação da acurácia das estimativas, o erro de viés (equação 3) que indica a tendência da estimativa de precipitação do radar ser subestimada ou superestimada e a correlação de Pearson (equação 4) que mostra a correlação linear entre as variáveis.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_e - P_o)^2 \quad (2)$$

$$\bar{b} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_e - P_o \quad (3)$$

Onde N é o número de pontos de grade e P_e e P_o são a precipitação estimada e a precipitação observada, respectivamente.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4)$$

Onde x são as variáveis quantitativas independentes e y são as variáveis quantitativas dependentes utilizadas para se obter a correlação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra o fator de refletividade registrado pelo radar no dia 16 de novembro de 2021 às 17:10 UTC e os municípios onde se encontram os pluviômetros do CEMADEN utilizados neste trabalho. É possível observar altos valores de refletividade, especialmente sobre Canguçu, Pelotas, Capão do Leão e São Lourenço do Sul, onde observou-se taxas de 56,5 dBZ, 43,5 dBZ, 45 dBZ e 37,5 dBZ, respectivamente. Em Canguçu os pluviômetros chegaram a registrar 53,8 mm em uma hora.

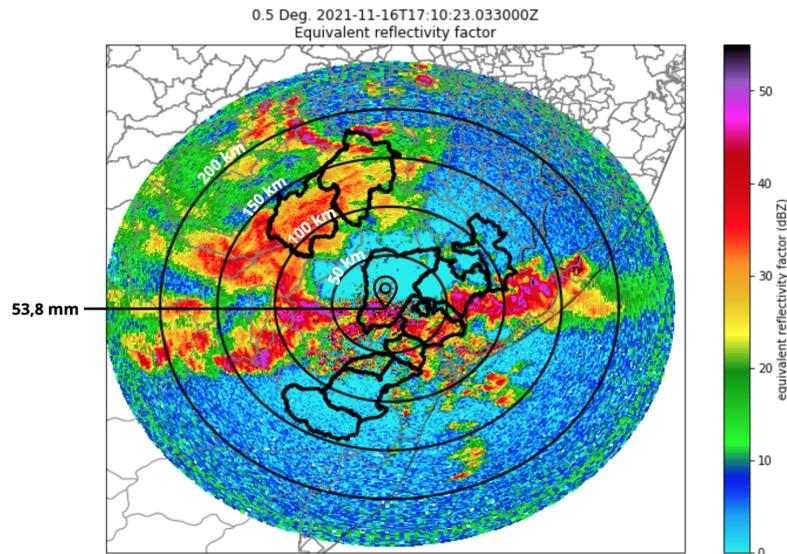


Figura 1 - Fator de refletividade do radar de Canguçu e municípios onde se encontram os pluviômetros do CEMADEN para o dia 16 de novembro de 2021 às 17:10 UTC.

A partir das estimativas de precipitação realizadas com esses dados para as diferentes metodologias, pode-se verificar a relação entre o fator de refletividade do radar e a taxa de precipitação estimada conforme a figura 2. Nota-se que as relações para chuva mista estimam taxas de precipitação maiores conforme o fator de refletividade aumenta, o mesmo ocorre com a relação de Steiner e Houze para chuva convectiva. As relações para tempestades tendem a estimar taxas de precipitação menores para valores mais altos do fator de refletividade.

Tem-se na tabela 2 os valores obtidos do erro quadrático médio, erro de viés e correlação de Pearson para cada uma das relações Z-R utilizadas neste trabalho. As estimativas com menor MSE são a de Tokay e Short para chuva estratiforme e de Tenório et al., sendo que as relações de Calheiros e Steiner e Houze apresentaram os maiores valores do MSE, isso pode ocorrer porque o MSE é sensível a grandes erros por elevar as diferenças individuais ao quadrado.

O erro de viés indica que a maioria das relações tendem a superestimar a chuva em relação ao observado, no entanto a relação de Tokay e Short para chuva estratiforme, neste caso foi a que superestimou pouco em comparação às demais relações. A correlação de Pearson pode somente assumir valores entre 1 e -1, sendo 1 (ou -1) a correlação perfeita. A metodologia com valor mais próximo de uma correlação perfeita foi de Tokay e Short para chuva estratiforme, correlação de 0,95.

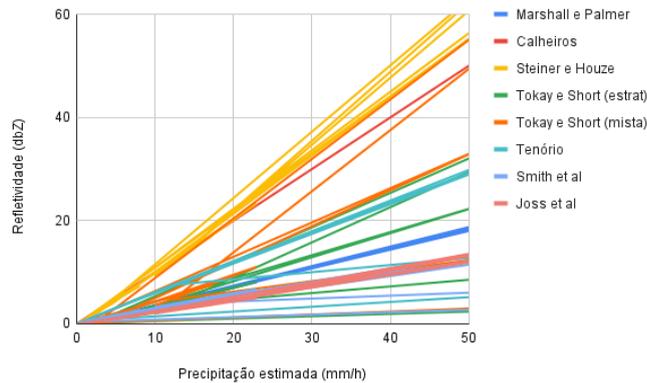


Figura 2 - Relação entre o fator de refletividade do radar e a taxa de precipitação estimada para o dia 16 de novembro de 2021.

Tabela 2 - Erros para avaliação das metodologias de estimativa de precipitação do dia 16 de novembro de 2021.

	Erro quadrático médio	Erro de Viés	Correlação de Pearson
Marshall e Palmer	10,16	-3,18	0,72
Tokay e Short (estratiforme)	0,49	0,70	0,95
Tenório et al.	3,98	1,99	0,89
Steiner e Houze	238,32	15,44	0,78
Calheiros	132,88	11,53	0,70
Tokay e Short (mista)	70,30	8,38	0,77
Smith et al.	33,63	-5,80	0,56
Joss et al.	34,08	-5,84	0,61

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que para o caso de precipitação ocorrido no dia 16 de novembro de 2021 as relações Z-R que estimaram melhor a precipitação foram a de Tokay e Short para chuva estratiforme e a de Tenório et al. que é comumente aplicada para chuva convectiva. Essas duas relações apresentaram valores baixos para o erro quadrático médio e superestimaram pouco a chuva em relação ao observado, com uma ótima correlação de Pearson, 0,95 e 0,89, respectivamente. Estes resultados são preliminares e se mostra necessário investigar mais a fundo as metodologias para cada tipo de precipitação e aumentar o volume de dados para resultados mais concretos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FABRY, F. **Radar meteorology: principles and practice**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
- MARSHALL, J.S.; PALMER, W.M.K. The distributions of raindrops with size. **Journal of Meteorology**. Montreal, v. 5, p. 165-166, 1948.